

课程视野： 小学科学教育的挑战及应对

张荣华 著

電子工業出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书在系统分析国内、外课程理论的基础上,提出研究和发展小学科学教育的课程理论。在此基础上从课程的五个层次——理想课程、正式课程、可理解课程、实践性课程和经验课程上,对中国小学科学课程的发展历程进行了历史回顾,阐述了自文艺复兴以来国际科学教育思想的演变,总结了自 19 世纪以来国际小学科学课程发展的历史经验和改革趋势。本书基于小学科学课程发展的历史际遇和国际挑战,采用三角互证(Triangulations)的研究策略,从师资条件、小学科学实践性课程实施及其现实基础条件等几个方面探讨小学科学教育所面临的各种挑战;分析、讨论了近年来中国科学教育实验项目的成功案例——“做中学”,总结了“做中学”科学教育理论内涵;论述了在 21 世纪用“做中学”科学教育理念改造小学科学课程的可行性。最后,本书从科学文化建设和课程发展两个角度,探讨了应对各方挑战,振兴与发展中国小学科学教育事业的方略。

本书对构建中国小学科学教育新体系,构建适应 21 世纪发展的理想小学科学课程,尤其是构建 21 世纪小学科学课程发展方略等方面提出了若干观点或建议,适合作为科学教育类教师用书,也可供科学教育研究者使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

课程视野:小学科学教育的挑战及应对/张荣华著. —北京:电子工业出版社,2010.8
ISBN 978-7-121-11351-2

I. ①课… II. ①张… III. ①科学教育学-教学研究-小学 IV. ①G623.62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 134053 号

策划编辑:何 况

责任编辑:贾晓峰 文字编辑:刘 凡

印 刷:

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:14.25 字数:365 千字

印 次:2010 年 8 月第 1 次印刷

定 价:14.25 元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

序

有人认为，小学科学课程很简单：什么人都能教，随便教点什么就行了，没有什么好研究的，不值得花大气力去研究，这种认识是短视、肤浅、错误的。我们要落实“科教兴国”基本国策，要提高民族素质，要自立于世界民族之林，不抓好科学教育、不认真地抓好小学科学教育是不行的。

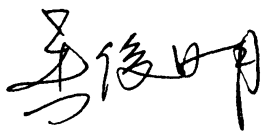
事实上，作为科学教育的重要基础，小学科学课程并不简单，要解决好它面临的各种问题并不容易。从理论方面来说，中国杰出的学者钱学森认为，^{〔1〕}人及其大脑本身就是一个开放的复杂巨系统，涉及人及思维的系统会因而变得更为复杂。小学科学课程涉及人和思维，自然并不简单。

另外，长期以来，小学科学教育工作者往往比较重视具体的教学研究，对小学科学课程问题不太注意，可谓重“埋头拉车”轻“抬头看路”，这是不利于小学科学教育的改革与发展的。合理的态度应该是，既重视对小学科学课程做上位的研究，又重视解决具体问题的研究。

许多自然科学家和社会科学家都认为：“21 世纪是复杂性科学的世纪”。解决复杂性问题，使用简单方法是不行的。不同的复杂系统有其最适宜的研究方法，这需要在实践中进行探索，小学科学课程也是如此。

在上述背景下，张荣华博士从小学科学教育的高度研究小学科学课程是十分可贵的。她比对国际小学科学教育的发展，从课程的不同层次考察小学科学课程，发现中国小学科学课程改革存在的问题，对于进一步搞好小学科学课程改革是富有价值的。她从师资队伍、实践课程和课程现实基础状况讨论小学科学教育面临的挑战，论述了用“做中学”改造小学科学课程的必要性和可行性，解说了用“做中学”改造小学科学课程的含义，提出了科学文化自觉和建设问题、小学科学课程理想以及小学科学课程发展方略，其结果、方法都是值得肯定和富有启示的。

作为探索，总是可能或多或少地存在某些不足。然而，没有探索，人类就不可能进步和发展。小学科学教育的进步和发展需要更多的探索，希望有更多的人积极地投身于此，共同创造小学科学教育研究百花齐放的美好愿景！



2010 年 5 月于上海

〔1〕 钱学森，于景元，戴汝为．一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论〔J〕．自然杂志，1990（1）．

前 言

科学技术水平是衡量一个国家综合实力以及一个社会文明发展程度的重要因素，科教兴国和人才强国是中国的基本国策。在中小学实施科学技术教育是促进科学技术水平提高的关键。与世界上一些发达国家相比，中国科学教育的发展历史非常短暂。由于各种原因，中国小学科学教育的发展和研究一直落后于国际科学教育发展的先进水平。目前，国内小学科学教育研究的成果更多地局限于如何教好一节科学课的具体做法上，很少从宏观视野，特别是课程的视野来对小学科学课程实施的现实问题进行研究。

当笔者有机会来到上海师范大学攻读课程与教学论的博士学位时，在多方面因素影响下，笔者终于有机会以上海市为研究样本，在课程视域中对小学科学课程实施的现实问题进行深入研究，进而形成一些对振兴与发展中国小学科学教育事业的观点与看法。现在又承蒙电子工业出版社的眷顾，这些研究成果终于有机会以专著的形式呈献给大家。这本专著是在笔者的博士论文基础上修改而成的，它不仅反映了笔者博士期间的一些工作，更反映了笔者在课程研究方面的一些思考。老实说，书中的有些想法还不甚成熟，但本书毕竟使笔者向着基于课程的教育研究迈出了第一步。

置身于中国教育改革和基层教育研究最活跃的国际大都市，笔者有幸参观和考察了上海市小学科学教育实践的许多方面，这为顺利进行和完成小学科学教育方面的研究奠定了基础。参观和访问上海科技馆、上海市青少年科技活动站后，笔者了解到上海市青少年课外科技活动的开展情况。在上海市教委姚晓春老师的帮助下，笔者观察了多所不同类型学校的小学自然课，并对一些青年科学骨干教师就科学课程实施的相关问题进行了访谈和问卷调查，收集到了大量来自第一线的课程实施信息。奋战在小学科学教育第一线的许多青年教师向笔者提供了大量帮助，协助笔者完成了调查和访谈的研究。他们中的一些人还在百忙之中抽出时间帮助笔者完成了课堂教学的教学实验。因此，如果说本书有所创新的话，这其中的大多数来自这些教研员和一线教师的智慧！

读博期间，笔者有幸多方面地接触到“做中学”科学教育实验项目，促使笔者对未来中国小学科学教育的发展趋势做了深入思考。2007年10月中旬，笔者先后参加了由上海市科协举办的“2007上海国际未成年人科学素质发展论坛”和由教育部、中国科学技术协会、中国科学院联合主办的“小学和幼儿园（做中学）科学教育国际研讨会（云南·昆明）”。上海国际未成年人科学素质发展论坛不仅邀请了国内教师和专家，还邀请了来自美国“2061”项目和法国的“做中学”科学教育的相关专家共同探讨青少年的科技教育问题。其间，笔者和与会代表们一起聆听了法国科学院院士皮埃尔·雷纳的《法国12年的“做中学”项目前景如何》及美国科学促进会“2061”项目副主任乔治·E·德波尔的《推广基于评估和指导的标准化体系》的主题报告，观摩了上海市卢湾区重庆南路幼儿园教师蒋瑛老师的一堂关于空气的“做中学”公开课。在昆明国际会议上，皮埃尔·雷纳做了题为《法国 La main à la pâte 项目2006年执行情况：现状和前景》的报告，中国科协副主席韦钰做了《关于中国“做中学”科学教育项目的执行情况和未来发展》的报告。这些报告以及其他代表的报告，使笔者对法国、中国及东南亚“做中学”科学教育项目实施情况有了深入认识。会议期间还随同昆明市的小学科学教师和来自全国部分地区的自然教研员参加了法国格勒诺布尔大学教师培训

中心的科学教育专家的“做中学”模拟课堂教学的培训活动。2007年11月初，笔者又参加了由教育部师范教育司主办，上海师范大学生命与环境科学学院承办，东南大学学习科学研究中心及江苏汉博教育培训中心具体培训的“小学科学学科骨干培训者国家级培训班”，接受了“做中学”科学教育从理论到教学实践的培训。通过多方面和多层次的了解，笔者逐渐认识到：与中国正在进行的小学科学课程改革相比，“做中学”科学教育实验项目所表现出来的“科学的、社会的、发展的”教育改革特征，昭示了中国未来小学科学教育发展的方向和趋势。

在上海期间，笔者还参加了华东师范大学和上海师范大学主办的许多全国性的学术会议和学术讲座，丰富和开阔了笔者的研究视野。笔者的导师吴俊明先生给我们开设了教育复杂性理论讲座，教导笔者从复杂性视域中分层次地研究教育问题。因此，在多方考察上海市小学科学教育实践以及对一线教师、教研员的大量调查以后，笔者得以从课程的视野和角度，对经济和科技高速发展社会中中国的小学科学教育问题进行深入而广泛的研究。这种做法突破了小学科学教育研究中只见教学而不见课程的研究模式，算得上运用课程理论研究现实教育问题的一次新尝试。

课程是为完成一定的教育目的或目标，由国家、研究团体或个人制定的人类知识和经验的集合，它担负着人类文化遗产、创新和教养培育的本质使命与意义。课程是复杂的，它具有层次性和发展性。秉承上述认识，本书就课程的五个层次，对小学科学课程实施的历史、现状和未来走势做了一番探讨。通过对中国小学理想科学课程、正式科学课程、可理解科学课程、实践科学课程和经验科学课程的历史发展之路的考察，揭示出小学科学课程随着中国社会发展跌宕起伏的命运和历史变迁过程中潜移默化形成的课程发展传统；通过对国际小学科学教育和科学课程发展的考察，揭示出丰富的国际小学科学教育思想和教育实践经验；通过对小学科学课程实施现状的调查与观察，揭示出小学科学教育所面临的多方挑战。这些研究为了解小学科学不同层次课程实现跨越式发展所面临的国际环境、历史困境和现实难题提供了一个很好的窗口，探明了小学科学课程改革的基础和阻力来源，也为寻找振兴和发展中国小学科学教育方略奠定了实证性的研究基础。由于本研究着眼于小学科学课程实施的历史际遇、国际环境以及现实状况，着眼于传统文化背景和高速发展的社会经济环境下，小学科学课程的现实与未来走势问题，所以本研究成果的应用性是显而易见的。它将对小学科学教育的发展产生一定的影响，这是笔者所希望的，也是一项研究能够称之为研究的价值所在。笔者也期望本书能够对改善小学科学教师的实践性课程、促进小学科学教育改革的深入推进发挥一些积极的作用。

鉴于本人学识和研究条件所限，书中所述的课程理论可能尚不成熟，如课程发展的含义、课程发展系统的运作模式等；对“做中学”教育理论的概括可能不够全面和深刻；对学生经验科学课程的关注不够多；对国际小学科学教育发展历史的梳理，可能不够全面……以上不足之处，正是今后需要继续研究的问题，期望各位专家同仁不吝赐教。

本书的出版得到了“山西师范大学学术专著出版基金”的资助，同时得到山西师范大学2010年度校基金资金资助。

非常感谢电子工业出版社为本书出版所给予的支持。

张荣华

2010年4月于平阳

目 录

导言	(1)
0.1 研究背景	(1)
0.2 文献梳理	(2)
0.3 本书结构	(6)
第1章 小学科学教育研究的课程理论基础	(7)
1.1 众说纷纭的课程定义表明课程是一个“复杂事物”	(7)
1.2 课程具有层次性和发展性	(9)
1.2.1 课程的层次性	(9)
1.2.2 课程的发展性	(15)
1.3 课程发展的含义及其研究意义	(16)
1.3.1 课程发展的含义	(16)
1.3.2 研究课程发展的意义	(18)
1.4 小结	(19)
第2章 中国小学自然课程生存与发展的历史之路	(20)
2.1 理想科学课程匮乏	(20)
2.1.1 道德教化的儒家理想课程观统治中国近两千年	(20)
2.1.2 张之洞的“中体西用”的理想课程观出现了科学教育萌芽	(21)
2.1.3 严复的“物理科学为当务之要”理想科学课程观	(22)
2.1.4 与科学教育擦边而过的几种理想课程观	(23)
2.1.5 陶行知的“生活教育”理想科学课程观	(25)
2.1.6 刘默耕的“科学启蒙教育”理想科学课程观	(28)
2.2 正式课程几经变更	(29)
2.2.1 自然课程课时长期低于语文、数学课时	(30)
2.2.2 自然课程的课程目标、内容和教学方法几经变更,未形成一个一脉相承的教育传统	(33)
2.2.3 自然课程发展的相关规定未得到继续传承	(38)
2.3 可理解课程开发呈现出“引入—改编—再引入”的单一编写模式	(39)
2.3.1 不同历史阶段的几种自然教材及其特点	(39)
2.3.2 小学自然教材开发特点	(48)
2.4 实践性课程徘徊在探究性科学教育的大门之外	(49)
2.4.1 个人课程:对科学和科学教学的认识匮乏	(49)
2.4.2 实施课程:忽视科学方法教育	(50)
2.4.3 实际课程:未显科学探究性质	(51)
2.5 经验课程尚未获得科学真谛	(54)
2.6 小结	(56)
第3章 国际小学科学教育发展概述	(57)
3.1 文艺复兴以降的科学教育思想及其影响	(57)
3.1.1 弗吉里奥和培根的科学教育思想及其影响	(58)
3.1.2 夸美纽斯的科学教育思想及其影响	(59)
3.1.3 卢梭的科学教育思想及其影响	(60)

3.1.4	裴斯泰洛齐的科学教育思想及其影响	(61)
3.1.5	斯宾塞和赫胥黎的科学教育思想及其影响	(62)
3.2	19 世纪国际小学科学课程发展历史概述	(63)
3.2.1	美国	(63)
3.2.2	法国	(65)
3.2.3	德国	(65)
3.2.4	英国	(67)
3.3	20 世纪美国小学科学课程发展历史概述	(67)
3.3.1	“科学的”、“美国式”的教育改革模式	(67)
3.3.2	美国 20 世纪小学科学课程发展历史概述	(68)
3.3.3	美国 20 世纪 60 年代小学新科学课程开发的经验	(70)
3.4	20 世纪国际小学科学教育和课程发展特点	(78)
3.4.1	科学课程被确定为核心课程,从幼儿园开始开设	(78)
3.4.2	各国都致力于提高小学科学教育水平	(78)
3.4.3	总结和提出了课程开发原则	(79)
3.4.4	形成多样的小学科学课程形式	(80)
3.4.5	小学科学教学理论层出不穷	(81)
3.5	小结	(83)
第 4 章	中国新一轮小学科学课程改革概况及凸现的问题	(85)
4.1	中国新一轮基础教育改革简介及凸现的问题	(85)
4.1.1	中国新一轮基础教育改革背景	(85)
4.1.2	中国新一轮基础教育改革概况	(86)
4.1.3	新一轮基础教育改革凸现的问题	(86)
4.2	小学科学课程改革凸现的问题	(87)
4.2.1	理想课程缺失	(87)
4.2.2	科学课程开发的基础性研究工作不足	(88)
4.2.3	可理解课程开发程度不足,只进行部分开发,而未达到全面开发程度	(89)
4.2.4	教师实践性课程未能得到有效改善	(90)
4.2.5	正式课程出现科学性的错误	(90)
4.3	三角互证与小学科学课程实施现状研究	(91)
4.3.1	问题的提出与研究目标	(91)
4.3.2	研究样本	(92)
4.3.3	研究策略——三角互证	(93)
4.4	小结	(94)
第 5 章	小学科学教育面临的挑战之一:师资队伍状况考察	(95)
5.1	年龄结构、性别比例及平均年龄	(95)
5.2	职称结构	(96)
5.3	第一学历结构	(96)
5.4	样本的教龄和自然课教龄结构	(97)
5.5	自然教师专/兼职情况	(98)
5.6	小结	(100)
第 6 章	小学科学教育面临的挑战之二:实践性课程状况的调查与研究	(101)
6.1	科学教师个人课程之调查	(101)
6.1.1	问题的提出与研究目的	(101)

6.1.2	方法与样本	(102)
6.1.3	数据的整理与分析	(102)
6.1.4	结果与分析	(103)
6.1.5	结论	(108)
6.2	科学教师实施课程的调查	(108)
6.2.1	问题的提出与研究目的	(108)
6.2.2	方法与样本	(110)
6.2.3	数据编码与统计	(111)
6.2.4	编码系统的评估者间信度	(114)
6.2.5	结果分析与讨论	(114)
6.2.6	结论	(122)
6.3	科学教师实际课程的观察与研究	(122)
6.3.1	研究目的	(122)
6.3.2	方法与样本	(123)
6.3.3	数据的收集、转录与编码	(125)
6.3.4	研究的信度与效度	(127)
6.3.5	结果	(128)
6.3.6	讨论与分析	(131)
6.3.7	结论	(135)
6.4	小结	(136)
第7章	小学科学教育面临的挑战之三：现实基础考察	(138)
7.1	研究目的	(138)
7.2	方法与样本	(138)
7.3	数据的收集、转录与整理	(139)
7.4	研究的信度与效度	(140)
7.5	结果与讨论	(140)
7.5.1	访谈结果	(140)
7.5.2	讨论与分析	(148)
7.6	小结	(153)
第8章	小学科学教育发展趋势探讨	(155)
8.1	“做中学”探究式科学教育实验项目及其特点	(155)
8.1.1	“做中学”探究式科学教育实验项目简介	(155)
8.1.2	“做中学”探究式科学教育实验项目的特点	(155)
8.2	“做中学”与杜威“从做中学”教育理论	(159)
8.2.1	杜威的“从做中学”课程开发实践及其理论	(159)
8.2.2	自然科学研究与杜威的“从做中学”	(161)
8.2.3	“做中学”与“从做中学”的区别与联系	(163)
8.3	“做中学”科学教育理论	(164)
8.3.1	对“做中学”的深层次分析	(164)
8.3.2	“做”的结构理论	(166)
8.3.3	“学”什么	(167)
8.4	用“做中学”改造小学科学课程的可行性	(172)
8.4.1	用“做中学”改造小学科学课程的必要性	(172)
8.4.2	用“做中学”改造小学科学课程的含义	(172)

8.4.3	用“做中学”改造小学科学课程的可行性	(173)
8.5	小结	(175)
第9章	小学科学教育事业的发展与振兴	(177)
9.1	科学文化自觉及建设	(177)
9.1.1	科学文化自觉	(177)
9.1.2	科学文化分析	(178)
9.1.3	科学文化建设	(187)
9.2	构建适应新世纪发展的理想科学课程	(190)
9.2.1	幼儿园、小学科学课程的“启智”性质	(190)
9.2.2	小学科学课程的“核心”地位	(196)
9.3	新世纪小学科学课程发展方略	(200)
9.3.1	基于实践性课程发展的科学教师师资队伍建设	(200)
9.3.2	基于课程规律的课程发展	(203)
9.3.3	基于“做中学”经验课程发展的小学科学课程评价机制	(206)
9.4	小结	(210)
第10章	结语	(212)
附录A	“物体热胀冷缩”教案分析	(213)
附录B	小学自然教师问卷调查表	(215)
	参考文献	(216)
	后记	(218)

0.1 研究背景

一般认为,课程改革的关键是课程实施。从课程理论来看,课程实施是一个将理想课程现实化和个体经验化的过程。从理想课程到学生的经验课程,并不是一个线性的、自觉的、无偏差的、不需要课程发展策略进行管理和相关专家指导的过程。以笔者18年服务于第一线教学实践的经验,以及跟随新一轮基础教育课程改革的推进步伐所进行的大量同步观察和研究经验,笔者深感我们的课程实施与改革,实际上处于一种“政治运动式”或“行政式”的“自然”推行状态。这正是吸引笔者选择课程实施的问题进行深入研究一个最主要的原因。

之所以要对小学的科学教育进行研究,还缘于笔者对儿童教育重要性的一个基本认识:少年时代是一个人一生中对自然最富有好奇心、最富有想象力和最富有创造力的时期。并且小学和初中阶段的教养,孕育了一个人成年后适应社会、发挥个人才智的大部分的科学素养和人文素养。在现实生活中,高中教育以它“速成式”(短短的三年时间)、“实惠式”(通过一场高考就可以将学生送入大学)的教育模式,赢得了从家庭到社会以及教育体制内自上而下的全方位的关注与重视。但是,笔者却认为,一个人在上大学以后真正显露出来的各种素养,绝大多数却是来自少年时代的教育。少年强,则中国强;少年科学教育兴,则中国科学事业兴矣。

除了这些直觉以外,小学科学课程令人担忧的实施现状也促使笔者选择小学科学课程实施的实际问题进行深入研究。早在1995年5月6日,中共中央国务院就颁布了《中共中央国务院关于加速科学技术进步的决定》,首次提出实施科教兴国战略。但当时对于如何在基础教育阶段实施科学教育,以及基础教育阶段的科学教育与国家发展之间的关系,还缺乏较为明确的规定。时至今日,我们对于小学科学课程在基础教育阶段,甚至在一个国家人才培养体系中所处的地位和作用的认识依然是模糊不清的,以至于本次新课程改革只提出了义务教育阶段适用于小学3—6年级的科学课程标准,未出台一部贯通整个基础教育阶段的国家级科学教育标准。

与小学科学课程标准颁布相伴而来的,是轰轰烈烈的新一轮的基础教育改革。迄今为止,改革已经进行了近10年。课改的效果如何呢?自2002年开始,期刊和报纸上陆续出现了关于新课改的调查报告和报道。例如,天津市大港区科学课程改革显示,科学课程改革仅实施一年,就在学生的学习方式和教师角色转变方面取得了可喜的变化。^[1]但是,这仅仅是改革成功的个案。随着时间的推移,小学科学课程实施的真实情况逐渐浮出水面。从2004年开始,陆续有对小学科学的师资队伍状况和课程实施状况的调查出炉,反映出的情况都不容乐观(席学荣,2003年;张红霞和郁波,2004年;胡卫平等,2006年)。“科教兴国”战略提出已经有十余年了,我们还是由“科学素养普遍较低”的以“文科学历”为主的教师,在基础教育领域“兼职”实施着“兴国”战略,这多少有些滑稽。根据笔者对上海市部分小学的

[1] 天津市大港区教研室科学组. 天津市大港区科学课程改革总结 [J]. 科学课. 2003 (10).

实地调查发现,在这个中国最发达的城市,自然教师兼职情况也很普遍。在被调查的 18 所小学中,只有一所小学的自然教师全部是专职,其余学校都存在兼职现象。兼职的老师,几乎来自小学所有的授课科目,如美术、体育、语文、数学、信息技术等。我们不禁要问,由这些教师参与实施的科学课程改革与没有新课改之前有多大区别呢?这种改革能走多远呢?

这种担心并不是多余的。2007 年 9 月 7 日《光明日报》刊载了记者王瑟的一篇题为《莫将科学课变成念书课》的报道。此篇报道揭示了新疆乌鲁木齐市小学科学教育的尴尬境地:一门学生喜爱有加的课程,却面临着缺乏合格科学教师、课时和场地被任意挤占的发展窘境。学生们只有望“科学”而兴叹。中央教科所培训中心主任、北京大学毕诚教授认为科学课程处境如此尴尬,根本原因在于它不是主科。毕诚指出,在应试教育的大背景下,科学课已经被严重地边缘化了。^[1] 光明网 2007 年 9 月 27 日的回音壁栏目中,摘登了中央教育科学研究所杨宝山教研员 9 月 21 日对此报道的反馈电话。杨宝山教研员认为“该文内容引人注目,及时地反映了基层中存在的情况”。正如杨宝山所言,新疆小学科学课程的实施现状,并非新疆所独有。笔者本人曾经利用各种机会对上海、云南、山西、陕西等省市小学科学教研员、小学教师以及县市级教育局工作人员进行明察暗访,发现小学科学课程的这种尴尬境地在中国普遍地、现实地存在着。不同地区科学课程边缘化的程度和表现有很大差异,城市一般在暗处,农村就表现在了明处。例如,有些农村小学,学生从一年级开始,就只上两门课程:语文和数学,一直上到小学毕业(项晓霞,2003 年)。

小学科学课程这种边缘化的处境着实令人担忧,为什么一门学生喜爱的课程,竟是这种发展状态?究竟问题出在哪里呢?我们知道,在中国,科学是“舶来品”,科学课程被引入中国教育体系中也不过只有百年的历史,小学科学课程应当如何发展才能够走上一条“科学化”的阳光大道呢?此时,一项由中国科学家担任负责人,几乎与新课改同时启动的名为“做中学”的科学教育实验项目跃入我们的视野。在国家课程改革进行的同时又引入大规模的教育实验项目,这在中国教育史上尚属首次。这令人不禁要问,“做中学”能否给小学科学教育的未来带来春天呢?

0.2 文献梳理

笔者开始关注小学科学教育问题的研究。在清华同方期刊网中,能够查询到的包含“小学科学”篇名的文章,从 1996 年至 2007 年共有 604 篇。其中,探讨小学科学与“做中学”的期刊文章仅有 5 篇,没有学位论文。下面以时间为顺序,介绍这些文章的主要内容与作者的观点。

郁波(2001 年)是最早关注小学科学与“做中学”的,在本次新课改中,她是教育科学出版社小学《科学》教科书的主编。她把“Hands on”(“做中学”2000 年刚被介绍到中国时的名称)方案和中国自 20 世纪 80 年代以来的科学教育改革,从教育理念、教学过程、活动类型和支持体系等方面进行了比较。一边比较,一边介绍了“Hands on”方案。比较的结论是,“Hands on”方案所体现的一些理念和提供的方法是值得中国科学教育借鉴的。同时,她还指出,二十多年来中国小学科学教育在指导思想和实施途径方面已经发生了改变,为进一步的发展奠定了良好的基础;但需要进一步突破课堂与教材的局限,增加与社会和技

[1] 王瑟.莫将科学课变成念书课[N].光明日报,2007 年 9 月 7 日(5).

术相联系的教学内容，在课程和教材的改革方面迈出更大的步伐；并且倡议社会机构加大对小学科学教育的关注和投入，倡议科学家参与科学教育。^{〔1〕}

程誉技（2002年）从实验前、实验中和实验后三个阶段总结了在小学自然常识中实施“做中学”实验教学的策略，^{〔2〕}但遗憾的是通篇没有涉及关于科学方法的教学策略。王直进（2004年）对小学科学探究学习中的“做”进行了论述，^{〔3〕}文章揭示的“做”表现在动口、动手和动脑等方面，未对“做”的层次性进行分析。所提倡的“做”可以普遍运用于所有学科的学习，而不只适用于科学探究。秦旭芳、庞丽娟（2005年）对“做中学”科学教育的文化境况以学生身份进行了论述。文章认为“做中学”科学教育以建构主义为价值取向，力图创建以情境理论为基础的文化境脉，构建与文化境脉相联系的、互动的、体现参与的学生身份，并探讨了由传统学校教育向实习场和实践共同体转化中如何确立学生身份等问题。^{〔4〕}该文提出了“文化境脉”、“实习场”等新名词，又对莱夫和温格提出的“实践共同体”进行论述。但作者对“文化境脉”的定义不甚明晰，读者也不清楚作者是从教育哲学还是文化比较方面进行论述的。

李玉英（2007年）发表了一篇题目为《在西部农村小学实施“做中学”科学教育实验项目的可行性研究》的文章，是全国教育科学“十五”规划国家重点课题分课题。这是目前检索到的最早对“做中学”进入小学的可行性进行研究的文章，但遗憾的是，虽然是可行性研究，在全篇文章中却没有看到任何研究方法，以及与研究相关的数据。在中国西部地区，特别是在西部农村地区可否实施、推广“做中学”科学教育实验项目呢？作者在文章中声称，经过四年多的实践，认为是完全可行的，是值得推广的。论述的依据有三点：第一，“做中学”的理念和原则适用于中国西部农村小学；第二，西部农村小学可以实施“做中学”科学教育项目；第三，实施“做中学”必须要解决的几个问题。为何农村小学可以实施呢？作者列举了五个方面的依据：第一，农村儿童迫切需要科学教育；第二，有一批比较好的教师队伍；第三，“做中学”科学实验项目强调就地取材，有助于项目实施；第四，国家大力扶持西部基础教育，改善农村学校办学条件，有助于实施科学教育；第五，出生人口减少，教育布局调整，为优化农村小学的办学条件提供了可能。那么西部农村小学实施“做中学”需要解决哪几个问题呢？作者认为需要教育行政部门的参与和直接领导；需要专家队伍的专业引领，建议成立各种学科背景的专家组成专家组；选择有代表性的项目学校进行实验；项目的推广采用“几何法”；研究案例编写的办法；处理好科学课、综合实践课、校本课的关系；处理好“做中学”与其他教学办法的关系；需要必要的经费支持。^{〔5〕}文章中还提出了一些很好的实践经验，如研发案例的成员需要熟悉教育大纲、了解儿童的认识水平、有比较好的科学知识基础。案例编写的办法，有拿来主义，即将现成案例拿来，进行本土化处理；有专家与教师共同开发案例；有把专题分发给实验区内的各校，分头开发，发现好的案例汇集到一起，各校都可以使用，做到资源共享；还有专家组编写案例书等。

总体看来，这些研究结论都是通过思辨、诠释和沉思后总结得出的。鲜见采用教育科学研究的一些方法，如调查、观察、教育实验等方法，来对小学科学课程实施的现实问题，如

〔1〕 郁波．中国小学科学教育中与“Hands on”方案有关的研究〔J〕．小学自然教学，2001（7-8）．

〔2〕 程誉技．小学自然常识“做中学”实验教学的实施策略〔J〕．教学月刊（小学版），2002（5）．

〔3〕 王直进．小学科学探究学习中的“做”〔J〕．科学课，2004（8）．

〔4〕 秦旭芳，庞丽娟．试论“做中学”科学教育的文化境脉与学生身份〔J〕．比较教育研究，2005（5）．

〔5〕 李玉英．在西部农村小学实施“做中学”科学教育实验项目的可行性研究〔J〕．陕西教育学院学报，2007（2）．

小学科学教师头脑里的科学和科学教学是怎样的，他们是如何进行科学教学的，科学课的课堂与教材存在哪些局限，社会机构是否参与了小学科学教育等问题进行调查研究。正如培根在论述归纳法时所指出的那样，“自然的精细较之感官和理解力的精微远远高出若干倍，因此，人们所醉心的一切像‘煞有介事’的沉思、揣想和诠释等实如盲人暗摸，离题甚远”。^{〔1〕}小学科学课程实施的现实情况远比我们“煞有介事”的沉思、揣想和诠释所能够想象得到的要复杂许多，在小学实施“做中学”科学教育实验项目也远非一腔热血所能够办得到的。因此，在沉思和思辨基础上得出的诸如在小学实施“做中学”科学教育实验项目“可行”的研究结论，其说服力与行政命令所起的作用是一样的。本着这样的态度和方法去做教育研究，我们将永远无法认识小学科学课程实施的真实的“庐山面目”，自然也无法使小学科学课程改革获得实质性的推进。

如果我们再把视野扩大到中国小学科学教育领域的研究，可以发现，自2002年以来，小学科学教育领域的研究成果数量逐渐增多。在中国优秀硕士学位论文全文数据库中选择“关键词”和“论文题名”两种检索方式，以“小学科学”为检索词进行检索，时间为1996—2007年，检索到40篇硕士论文（2002年2篇，2003年5篇，2004年7篇，2005年6篇，2006年10篇，2007年10篇）。通过对这40篇论文进行分析，可以发现，这些硕士学位论文研究多是对新课改中小学科学课程实施的某一方面的问题进行集中研究，如资源与技术、教师、教学等。这些研究成果：第一，提供了关于小学教师素养的证据，有关小学科学素养的调查很多，结果也几乎相同，都指向了小学教师科学素养较低；第二，提供了小学科学教师师资培训的国外经验，这可以开拓我们的视野，为构建一个着眼于改善科学教学的师资培训方案提供有益的借鉴；第三，提供了若干小学科学教学方面的实践探索，其中的研究方法值得借鉴；第四，从比较的角度来分析中国小学科学课程标准，在小学科学教育研究中，国际比较是一个非常重要的视角，它可以帮助我们审视本国科学教育实践与国际上的差异与不同，以便清醒地认识小学科学课程所发生的变革。

这些论文的作者，其专业背景更多地来自教育学、教育管理、比较教育、课程与教学论等专业（上面提到的40篇论文中有38篇论文的作者属于这些专业），这些专业目前招收的硕士生绝大多数情况下是教育学或文科背景的本科毕业生。具有科学学科背景的研究生在40人中只有2人（物理1名，生物1名）。这样，可能就会产生一些问题：以文科背景去做科学教育的相关研究，其研究资质是否合格？他们是否能够把握住科学教育的本质和小学科学课程实施中的关键问题呢？

而且，在所查阅的相关文献中，尚未见到从课程理论的角度对小学科学教育的现状及未来走势进行的研究。在当前大力推进课程改革的新形势下，我们很有必要重新审视课程的内涵，突破“课程等于科目”的思维定式，运用现代成熟的课程理论去研究教育和教育改革。从某种程度上讲，教育改革其实就是课程的改革。研究教育改革，其实就是研究课程的发展。就小学科学教育而言，我们需要认真了解小学科学课程发展的历史，总结过去的不足和经验；需要调查研究小学科学课程实施的现状，探明课程改革的基础和阻力来源。这方面的工作做得还远远不够。这非常需要沉下心来去做一些扎实的调查研究与课堂观察。课程研究，不能总停留在不求实证、不研究课程实际形态、不概括中国国情下课程发展的规律，而想当然地依靠研究人员个人的肉眼所见，进行个体经验的总结。这样的研究如何能够催生出创造性的科

〔1〕 培根·新工具〔M〕·许宝驷，译·北京：商务印书馆·1985年版，2005：10。

学课程理论呢？其成果的可推广性怎能不大打折扣？

与国内小学科学课程实施现状和研究现状不容乐观的境况形成鲜明对比的是，国外很多国家早已将科学课设为小学的核心课程。20 世纪初，当代美国著名的哲学家和教育家约翰·杜威在实践基础上，历史上首次将小学科学教育与民主社会、民主主义联系了起来，升华了小学科学教育对于国家建设的重要意义。且自杜威以后，关于小学科学课程发展的研究呈现了多理论、多层次和多方法的研究态势。目前，课程研究已经偏向研究学校和课堂。叙事研究、质的研究以及行动研究成为课程研究经常采用的方法。^{〔1〕}杜威的研究是建立在丰富的课程发展实践基础上的，这启示我们实施“科教兴国”战略，也要以丰富的科学课程发展实践为基础。丹尼尔·斯坦夫妇认为杜威的《经验与教育》（*Experience and Education*, 1938 年）堪称将课程作为一个系统研究领域的纲要性教科书（丹尼尔·斯坦夫妇，p274）。这一观点是对杜威在课程发展领域所做的开创性贡献的客观评价，一点不过分。杜威在他所创设的芝加哥实验学校里，展开了一场轰轰烈烈的课程发展运动，以此为手段（或实验）来检验他的教育哲学设想（Arthur & Wirth, 1979 年）。芝加哥实验学校在创办之初并没有预先设定的固定的课程，学校运行以后所开设的课程，都是为了检验杜威的理论原理而开发的。一个学校在任何预先固定的课程的情况下就开始运作，这在中国是无法想象的事情。或者说一个学校根据自己的培养目标，来发展国家课程以外的课程，这在中国同样也是不容易做到的事情。在杜威以后，美国于 20 世纪 60 年代形成了“科学”地开发小学科学课程的经验与传统，国内对此的介绍并不多见。目前中国的教育改革和课程改革，正在向着学校自觉、自愿、自主地发展课程的方向迈进。因此，我们很需要考察国际小学科学教育的发展历史，明确中国科学课程改革所面临的挑战以及未来改革努力的方向。

从本质上讲，中国传统文化是一种“道”文化而非“做”文化。传统文化非常看重清谈理论而轻视甚至拒绝需要身体力行、动手做的技艺活动。然而，科学更多是依赖于基于科学实验的“做”文化，而非“道”文化。“做”文化的缺失，限制了中国古代科学技术的进一步发展，也是制约中国本土原创的科学教育思想（理论）产生的因素之一。“做中学”小学科学教育实验项目旗帜鲜明地提出“做中学”，将“学”科学与“做”科学统一起来，无疑将会营造和发展“做”文化——利于科学技术发展的一种新文化。新科学文化的兴起，也将会促使中国本土原创的科学教育思想（理论）的大萌发。因此，“做中学”科学教育实验项目必然会对传统文化背景下的科学教育产生相当的冲击波。然而，作为一项新生事物，“做中学”也遭到了一些人的质疑和反对。还有很多人认为“做中学”就是“玩”，只能在幼儿园开展，在小学阶段开展既浪费时间，又让孩子们学不到什么知识。那么，该如何认识“做中学”呢？

“做中学”从项目引进初始到现在，一直保持与国际科学教育界的合作与交流。这一做法结束了新中国成立以来关起门、故步自封式的科学教育模式，推进了中国科学教育与国际科学教育接轨，加速了中国科学教育的现代化进程。看起来，“做中学”项目很有希望成为中国未来科学技术创新人才培养的摇篮。如果有利于培养儿童的科学素养，“做中学”必然有望进入小学，与国家正式课程——小学科学课程实现对接，振兴与发展中国的小学科学教育事业。这一判断在逻辑上是成立的，但是是否可行呢？

总而言之，为了振兴和发展中国的小学科学教育事业，我们非常有必要采取严谨的研究

〔1〕 John D. McNeil. 课程导论（第六版）〔M〕. 谢等斌，陈振中，等译. 北京：中国轻工业出版社. 2007：413.

态度、切实可行的研究策略（就像本书所用到的三角互证法）和多种研究方法，多方面、多角度和多层次地研究小学科学课程实施的现状和问题。用实证的研究过程和可靠的研究结果，勾画出小学科学课程实施的立体图景，以便在识得小学科学课程实施的真实的“庐山面目”的基础上，借鉴国际和国内的先进经验，形成具有国际水准的科学教育方略，促使小学科学课程改革获得实质性的推进。

0.3 本书结构

当确定对小学科学教育的现实问题进行研究后，笔者很快发现自己面临着一个极大的困难。研究课程实施的问题，离不开课程理论的指导。翻阅 20 世纪 90 年代出版的《中国教育辞典》，我们可以发现其中收录了多种课程理论。这些课程理论的产生地都在西方发达国家，其构建者几乎是清一色的外国人，这里面又以美国学者最多。他们提出的课程理论能否适用于解决中国面向 21 世纪的课程改革运动中所暴露的问题呢？国内新一轮课程改革凸显出来的教育理论与教育实践脱离的问题（石欧，1995 年；叶澜，2001 年；闫旭蕾，2004 年）已经给出了回答。因此，一个迫切需要解决的问题便是，构建基于中国国情和教育现实问题的课程理论，为本课题研究的深入进行提供分析和研究的理论框架。

因此，本书将在系统分析国内外课程理论的基础上，提出研究和发展小学科学教育的课程理论。在此基础上，从课程的 5 个层次——理想课程、正式课程、可理解课程、实践性课程和经验课程上对中国小学科学课程的发展历程进行历史回顾。阐述文艺复兴以来的国际科学教育思想的演变，总结自 19 世纪以来国际小学科学课程发展的历史经验和改革趋势。本书基于小学科学课程发展的历史际遇和国际挑战，采用三角互证（Triangulations）的研究策略，从师资条件、小学科学实践性课程实施及其现实基础条件等几个方面探讨小学科学教育所面临的各种挑战；分析、讨论近年来中国科学教育实验项目的成功案例——“做中学”，总结“做中学”科学教育理论内涵，论述在 21 世纪用“做中学”科学教育理念改造小学科学课程的可行性。最后，本书从文化建设和课程发展两个角度，探讨应对各方挑战，振兴与发展中国小学科学教育事业的方略。

第 1 章 小学科学教育研究的课程理论基础

本章将提出分析和讨论科学课程问题的课程和课程发展理论，并对相关核心概念进行界定，为小学科学教育研究奠定理论基础。

1.1 众说纷纭的课程定义表明课程是一个“复杂事物”

课程是近代学校制度的产物（陈桂生，1994 年），无论国际还是国内课程论专家，都不约而同地承认课程拥有广泛的定义。1985 年由 Pergamon 公司出版的《国际教育百科全书》，在“课程定义”词条下列举了 1947—1975 年美国当代有影响的课程论学者提出的 9 种课程定义：^{〔1〕}

我们认为，课程是探索学科中的教师、学生、科目和环境等因素的方法论研究。（I·韦斯特伯里，W·斯台默《课程：一门探索其自身问题的学科》）

课程是学校的生活和纲领……一种有指导的生活事业；课程变成青少年和他们的长辈生活中能动的活动的长河本身。（H·O·卢格《美国教育基础》，1947 年）

为训练儿童和青少年在集体中思维和行动的目的而制定的潜在经验的序列。（B·O·史密斯、W·O·斯坦利、JH 肖尔斯《课程发展的基本原理》，1957 年）

为使学生有资格毕业，或取得文凭，或进入某一专业或职工领域而由学校提供给学生的教学内容或者具体教材的总计划。（C·V·古德《教育词典》，1959 年）

课程是一种学习计划。（H·塔巴《课程发展：理论与实践》，1962 年）

课程必须基本上由五大领域的有组织的学问所组成：掌握母语和系统学习语法、文学和写作；数学；科学；历史；外语。（A·E·比斯托尔《学习的恢复：美国教育计划》，1955 年）

课程被看做关于人们的经验（而不是结论）的日益广泛的可能的思想范例，从这些范例中引出结论。而这些结论，即所谓的真理，只能在这些范例的背景中扎下根基，并获得认可。（M·贝尔斯《教育作为一门学科：思想范例的学习》，1965 年）

在学校指导下的学习者的全部经验。（A·W·福谢《课程》，RI·艾贝尔《教育研究百科全书》，1969 年）

为在学校的指导下使学生的个人的和社会的能力获得不断的、有意识的发展，通过知识和经验的系统重建而形成的，有计划和有指导的学习经验以及预期的学习结果。（D·坦纳夫妇《课程发展：从理论到实践》，1975 年）

德语国家（德国、瑞士、奥地利）课程领域的核心人物卡尔·弗雷（Karl Frery）在潜心研究美国课程论专家的定义之后，归纳出 12 种定义：^{〔2〕}

课程首先是一种实现学习目标的意图或打算。

课程与其他领域相联系，如学校组织和教育工作。课程本身并不作为对象领域出现，即

〔1〕 The International Encyclopedia of Education: Research and Studies. New York: Pergamon, 1985. 10v.

〔2〕 马庆发. 课程理论大师——卡尔·弗雷（上）[J]. 外国教育资料, 1995（2）.

在外部观察时作为独立的范围出现。

概念的重点在“作为文件的课程”观念之中。

课程至少渗透到两个领域：课程发展和教学。

课程就计划的教育而言，具有功能性的意义。当然教育不仅仅取决于课程，但在“课程与教育”的作用关系中，产生互为影响的变量。

课程的内涵并不包括于某种唯一的行动之中，而只能根据不同的界定和概念的说明去理解。

在概念程序化时，也不会呈现出变量的一种简单状况，而只会出现变量的综合场，这可以同心理学中的“人格”概念相比较。

在实践中，课程作为文件将获得非常多样化的形式，这些形式受到详细说明的教学大纲、教科书、一般的纲要或者课题组（大纲）的控制。

联系到课程发展和课程实施，课程具有过程特征。

行为出现于课程过程之中，这些行为具有一定的意图以及技术的形式。

课程作为制定的教育意图（文件），则是基本的现状。

如果有根据的或科学的解释行为和课程的职能，那么就会产生许多方面的问题，如信息传授就会在教学中出现。

凡此种种，课程的定义可谓举不胜举。难怪有人戏言，有多少个课程专家，就会有多少个课程定义。施良方于1994年在《课程定义辨析》一文中将课程的定义归纳为以下几种类型：课程即教学科目；课程即有计划的教学活动；课程即预期的学习结果；课程即学习经验；课程即文化再生产；课程即社会改造的过程。^{〔1〕}在文章的结尾，施先生指出每一种课程定义的提出，无不有其特定的社会背景，隐含着作者的一些基本假设、价值取向以及一定的课程理论基础。例如，美国课程论专家约翰·D·麦克尼尔就是从组织学的角度，把课程分为学术模式、社会重构模式、人文主义模式与系统模式4种。在他看来，学术模式课程又普遍存在5种模式：①学科；②广泛的领域；③集中；④跨学科；⑤统一的学科。^{〔2〕}

学科也称为单一的科目，如数学、语文等。这几门课程既为学生以学者身份进入该学科做好准备，也为学生们可能致力于这个领域知识的发展做好准备。其目的在于帮助学生像学科问题专家一样思考。

广泛的领域。在整合课程的指导下，努力加强概念和爱好之间的相互联系。这在中小学很常见。例如，语言艺术包括语法、拼写、书法、文学作品、阅读和写作；数学包括算术、几何、代数、三角形和拓扑学。

集中。研究对象、事件、地点和人的各个方面。例如，大学中关于“家禽”的课程，阐明如何利用组织中心——鸡——把历史、科学、医学、宗教、技术、经济、事实和传说集中起来，得到一个很好的概要。

跨学科。从另一门学科的视角看这门学科，如心理学的历史和历史上的心理学，音乐和数学等。

统一的学科。跨越传统课程界限的，致力于解决新的研究领域的出现和解决现实世界问题的新课程。例如，一个问题的解决，需要使用不同的学科语言、方法等。

可见，除了我们熟知的学科（单一科目）课程以外，课程的类型还有很多种。学科（单

〔1〕 施良方．课程定义辨析〔J〕．教育评论，1994（3）．

〔2〕 John D. McNeil．课程导论（第六版）〔M〕．谢登斌，陈振中，等译．北京：中国轻工业出版社，2007：197．

一科目)课程模式在中小学教育实践和教育工作者的头脑里占据了绝对优势,而麦克尼尔的定义非常有助于我们扩展课程的含义。对课程的狭义理解,自然与我们对课程的认识不足和对课程理论的研究薄弱有很大关系。而探讨课程定义,无疑将会是一项浩大的工程,这并非本研究所能解决的问题。因此,笔者宁愿承认这些定义的合理性,将课程理解为“为完成一定的教育目的或目标,由国家、研究团体或个人制定的人类知识和经验的集合,它担负着人类文化传承、创新和教养培育的本质使命与意义”。

在这里,笔者所关注的并不是课程应该如何精确定义。康德极力主张我们不可能为经验对象下一个完整的哲学上的定义。在康德看来,任何经验对象都包含无限多的有待发现的性质。哲学的定义可能由于加入不属于这概念的东西,或缺少本属于这概念的东西,而犯“太大”或“太小”的错误。^[1]课程概念的众说纷纭恰好为康德的这句话做了一次小小的注解,同时也反映出课程是一个难以理解的“复杂事物”。课程所表现出的复杂性特征需要引起我们的关注,这也是开展本项研究的逻辑起点之一。

1.2 课程具有层次性和发展性

课程的复杂性主要表现在课程的层次性和发展性上。

1.2.1 课程的层次性

课程的复杂性首先表现在课程的层次性上。早在复杂性理论运用于课程研究时,美国学者古德莱德(J. I. Goodlad)就对课程具有层次性做了较好的说明。古德莱德(1979年)认为有5个层次的课程:理想课程(Ideological Curriculum)、正式的课程(Official Curriculum)、领悟的课程(Perceived Curriculum)、操作的课程(Operation Curriculum)和经验的课程(Experiential Curriculum)。^[2]

在古德莱德看来,理想课程是由一些研究机构、学术团体和课程专家提出应该开设的课程,如欧美于20世纪50年代和60年代开创的革新科学课程:PSSC、CBA、CHEMS、BSCS、IPS、ESS、AAAS、ESCP、HPP等,^[3]或以教育学和心理学为基础编成的课程。因其处于提出者的观念中,又被称为“观念课程”、“理解的课程”。理想课程属于理论层面的课程,这类课程是否产生实际的影响取决于是否被官方采纳并实施。正式的课程,是由国家制定的有法令意义的课程。它是指由教育行政部门规划的课程计划、课程标准和相应的教科书等,许多人所理解的课程就是这类课程。正式课程的编制参考了理想课程,无论是课程计划、课程标准还是教科书,它们通常以文本、文件的形式呈现,又被称为“文本课程”,是文件化或者行政化的某种“理想课程”。领悟的课程,指任课教师所领悟的课程,与正式课程之间会

[1] 杨祖陶,邓晓芒.康德《纯粹理性批判》指要[M].北京:人民出版社,2001:390.

[2] Goodlad, J (1979年). Curriculum Inquiry: The Study of Curriculum Practice. New York: McGraw-Hill, p60-64. 古德莱德的5个层次的课程论述,在国内很多文献中都可以看到,这里参考了施良方(1994年)、蒋永贵(2008年)等人的论述。

[3] PSSC (Physical Science Study Committee) 指由美国物理科学研究会开发的物理课程; CBA (Chemical Bond Approach) 指化学键方法; CHEMS (Chemical education Material Study) 指化学教材研究; BSCS (Biological Science Curriculum Study) 指由美国生物科学研究会开发的生物课程; IPS (Introductory Physical Science) 指物理科学概论; ESS (Elementary Science Study) 指小学科学研究; AAAS (American Association for the Advancement of Science Commission on Science Education) 指美国科学教育促进会开发的课程; ESCP (Earth Science Curriculum Project, 地学课程设计; HPP (Harvard Project Physics) 指哈佛物理设计。

有一定的距离，从而对正式课程的实施产生一些影响。它又被称为“感悟课程”。操作的课程，也译为“实行的课程”（施良方，1994 年）、“实施课程”、“执行课程”、“运作的课程”。它是指教师在课堂里实际实施的课程，与正式课程有一定的差异，与教师领悟的课程之间也会有一定的差异。经验的课程，是指学生实际体验到的东西，包括学生从操作课程中的所得以及对这些所得的感悟。经验的课程可以采用学生问卷、交谈以及根据对学生的观察来推断其效果。这类课程是被内化了和个性化了的课程，是对课程实施的最终检验，在所有层次的课程中占据重要地位。受古德莱德课程层次说的影响，范·顿·阿卡把课程分为 6 种。^{〔1〕} 日本理科课程论学者伊藤信隆参考古德莱德的分类用语，从行政水准、研究水准、学习水准、学校水准、课程标准（教学大纲）5 个水准，或者说 5 个层次水平上，对日本的学校课程系统以及各类课程的关系做了一番描述和分析，如图 1-1 所示。^{〔2〕}

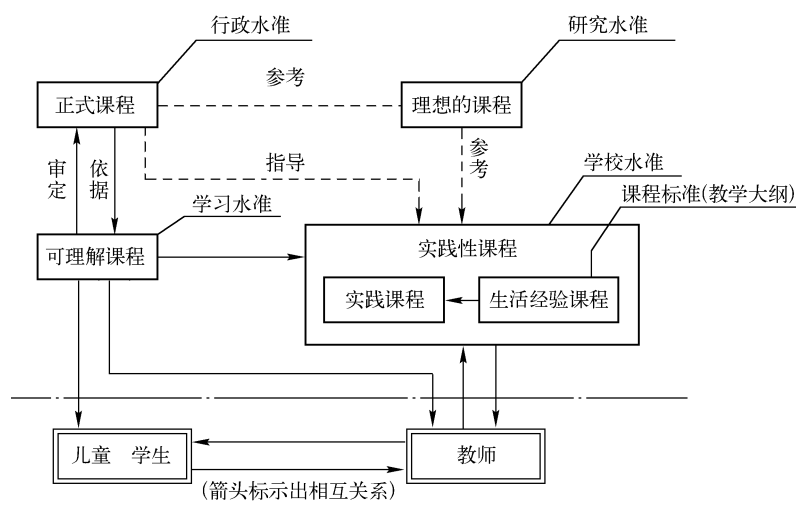


图 1-1 日本国理想课程、正式课程、可理解课程与实践性课程的相互关系示意图

伊藤信隆认为，日本国家制定的有法令意义的课程标准属于行政水准层面的正式课程。各级学校制订的学校全体的教学计划和各个教师制订的具体的实践指导方案或指导计划，属于学校和教学大纲水准层面的实践性课程。它包括实施课程和生活、经验课程两种，前者指教师所写的教案等，后者指以每个学生个人经验为基础写成的课程。教科书可以称为可理解课程（Perceived Curriculum），是教师编写实践性课程时的参考，也是学生学习活动的资料，属于学习水准。这几个层次的课程之间存在的关系是：正式课程是各级学校编制实践性课程时的依据和指南，也是编写教科书的标准。在日本，它对实践性课程和教科书，以及学生和教师的影响最直接，也最大。因此，在图 1-1 中作者用实线画出了它们之间的关系。关于理想课程，伊藤信隆阐述了其与实践性课程的关系，他认为理想的课程不能成为实践性课程。但它是编制实践性课程有力的、贵重的信息来源以及教学参考来源。他在书中并没有直接论述日本的理想课程的情况，而是在“谁编制课程”这个问题中，提及了战后日本科学教育的理想课程深受美国教育思潮及教育哲学的影响。20 世纪 40 年代试行“生活单元学习”，50

〔1〕 Van den Akker. The science curriculum: between ideals and outcomes. In B. J. Fraser and K. G. Tobin (Eds.), International Handbook of Science Education, P422. 转引自丁邦平. 国际科学教育导论 [M]. 太原: 山西教育出版社, 2002: 265.
 〔2〕 伊藤信隆. 学校理科课程论 [M]. 邢清泉, 等译. 北京: 人民教育出版社, 1988: 49.

年代试行“系统学习”，60年代又对“探究学习”进行了实践。这些课程都是建立在经验基础上的“儿童中心课程”。或许是因为这种理想课程发端于日本文化传统以外的西方文明，或许是因为理想课程的影响没有正式课程那么直接和重要，作者在图1-1中用虚线画出了理想课程与其他课程之间的影响和关系。

理想课程考虑了课程理论和当时社会发展及儿童发展的需要，提出了课程应该达到什么样的水平和标准的想法，可谓课程发展的理想设计或者说是课程发展应当追求的目标。在一个特定的社会或者文化背景中，理想课程可以有很多种，但能够称为正式课程的可能只是其中的某一种或几种。理想课程或正式课程在实施的过程中，无论采取美国学者 Snyder 所归纳3种课程实施取向（忠实的价值取向、相互调适的价值取向和课程生成价值取向）中的何种实施取向或采取施瓦布所倡导的课程实践的价值取向，理想课程、正式课程与领悟课程、操作课程以及经验课程之间总是存在或显或微的差异，或者说或远或近的距离，这种差异和距离便形成了课程这一复杂事物的层次性。这种层次性非常清晰，且不以任何人、任何团体，或任何国家的意志为转移而客观地存在着。而中国的许多课程论学者在探讨课程理论时，不约而同地将课程定位于学校层次。在他们的潜意识中，课程就等于学校课程，学校课程的实施就是学校和教师个人的事情，因而忽略了存在不同层次课程的客观现实，忽略了不同层次的课程所置身的客观环境以及其他因素对于课程实施的影响。如果我们一如既往地这样看待课程，对于改善课程，尤其是科学课程的实施是毫无裨益的。基于以上认识，笔者认为很有必要澄清以下概念。

1. 理想课程

综合古德莱德和范·顿·阿卡的定义，可将理想课程（Ideological Curriculum）定义为：由哲学家、教育思想家、课程专家等有识之士，或者研究机构、研究团体基于所处社会发展环境和对人才的需求，对于实现特定教育目标而提出的关于应开设的课程의创造性思考。理想课程是教育蓝图课程化的结果，它为编制正式课程和可理解课程提供了重要的参考价值。对科学课程而言，理想课程的创设者或主持者还可以由科学家来担任。从开发课程的行动程度来看，理想课程可以分为两类：一类是无行动的纯粹的理论思考，它以课程蓝图的形式蕴涵在教育思想中，如卢梭对培养自然人爱弥儿的课程设想；另一类是尚处于课程开发和试验阶段，而未被纳入国家法令的“试验课程”，如目前在上海等地实施的“做中学”科学教育实验项目。

2. 正式课程

狭义的正式课程（Official Curriculum）是指由国家或地方颁布的、具有法令意义的课程计划或纲要。广义的正式课程也指学校根据理想课程制订的教学纲要（教学计划、教学大纲或课程标准）。这里取其广义意义。伊藤信隆认为正式课程的编制需要根据历史的传统再加上实践的经验和第一线的学科研究团体等的同意，或者把学会的期望、社会的要求等协调组织起来，形成一个大纲式的体系。^{〔1〕}在中国，只有国家才有权利制订正式课程。一般由国家教育部组织高校学科教师、优秀的一线中小学教师以及课程论专家、心理学专家一起编订。所以正式课程也等同于国家课程。

考察中国自1902年以来的小学课程文件，可以发现科学课程的名称几番变化，有“理科”、“格致”、“自然”、“常识”、“自然常识”等，见表1-1。

〔1〕 伊藤信隆．学校理科课程论〔M〕．邢清泉，等译．北京：人民教育出版社，1988：61．

表 1-1 1902—2001 年百年间课程文件中小学科学课程名称变化情况一览表

年份	1902	1904	1923	1929	1936—1942	1952	1953—1963	1966—1977	1978—1981	1982—1994	2001
课程名称	理科 (高小)	格致	自然 园艺	自然	常识科 (低、中 年级); 自然 (高年级)	自然	自然	各地自编 《科学常识》	自然 常识	自然	科学

这其中，最早被课程文件用于指称与西方自然科学体系相对应的内容的是“格致”。1862 年，清政府开设京师同文馆（培养翻译人才的专门学校），制定了八年制和五年制课程表，这是中国教育史上第一份分年制的教学计划。^{〔1〕} 据《清会典》卷一百记载，^{〔2〕} 该计划认为“格致”是“察众物之形体情性，为之律天时，因地利，剂爱憎，配气质，以长养之，复藉机器以省人力，则万物各畅其生机”。“格致”之学包括 7 个部分：力学、水学、声学、气学、电学、光学、动植之学，是学习“公法”或“富国策（农工商之事）”这些课程的基础课程。

“自然”是使用最频繁的课程名称，常与“常识”合称为“自然常识”。“自然”作为名词，既是自然科学的简称，也是自然界的简称，还是“自然课程”的简称。自然科学是研究自然界的客观事物及其变化规律的一门科学或学科。自然界是自然科学研究的对象，也是学校自然课程认识和研究对象。一般认为，“常识”是指传授儿童做人必需的“日用知识”，涵盖了人类几千年来累积的经验，范围非常广泛。从大的方面来分，包括社会科学常识和自然科学常识。

从学科角度来分，常识包括政治常识、历史常识、地理常识、自然常识等。^{〔3〕} “自然常识”是一门传授自然科学知识的学科，包括一些常见的自然现象、自然规律性和自然与人的关系等。林有禹认为，小学自然常识并不是系统的自然科学知识的总和，它是以自然科学为基础，从儿童认知水平、时代发展和教育要求出发，选择一些日常生活中能见到的、与人们生活关系密切的、关于自然事物的性质及其变化规律的一些基本常识。^{〔4〕}

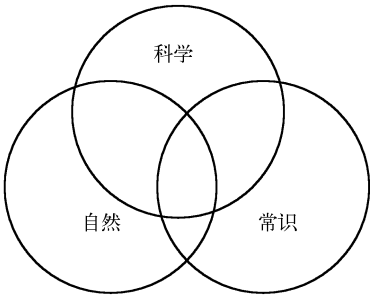


图 1-2 科学、自然、常识之间的关系

可见，“常识”、“自然”与“科学”并不是同一关系，三者之间的关系如图 1-2 所示。自然中还有科学没有认识清楚的事物，而科学认识清楚的那部分自然，其成果有的也被大众文化所吸纳，转化成了常识，如基因和 DNA 的知识。但并非所有的常识都与科学相吻合，或经过了科学的检验。例如，常识认为冰是没有热量的，但这一常识在科学上却是错误的。无论“自然”还是“常识”，对于“科学”的教育意义都不如“科学”课程来得更纯粹。因此，“自然教育”和“常识教育”都不能等同于“科学教育”。从这个意义上来说，中国的小学科学教育需要一次从形式到内容的彻底变革。

〔1〕 李剑，陆红传．教士的教师角色对洋务运动的影响〔J〕．唐山师范学院学报．2007，Vol. 29（4）．
〔2〕 高时良，黄仁贤．中国近代教育史资料汇编——洋务运动时期教育〔M〕，上海：上海教育出版社，1992：54．
〔3〕 顾梦应．小学中年级常识教学手册〔M〕．北京：商务印书馆，1951：7．
〔4〕 林有禹．自然常识教学法〔M〕．开封：河南人民出版社，1981：8．

3. 可理解课程

可理解课程（Perceived Curriculum）是指以正式课程为依据和标准，编写的用于课程教学和学习的教材。它可以帮助教师编写和制订实践性课程，也是学生经验课程生成的主要来源。教材是课程实施的载体，是正式课程具体化了的東西。它的编写是否依据了正式课程的宗旨和标准，需要教育主管部门设立的权威机构进行审定。中国直到1986年才成立了建国后的第一家审定中小学教材的权威机构——全国中小学教材审定委员会及各学科审查委员会。经过教材审定委员会审定合格的教材方可成为可理解课程。可理解课程从编制到进入学校实施，存在三次理解和应用：第一次发生在教材编写者身上，他们需要理解正式课程并将其理解应用于教材编写实践；第二次发生在国家教材审查委员会的专家身上，他们需要对教材是否理解了正式课程的主旨进行理解和判断；第三次发生在课程实施者（如教师等人）身上，他们在实施中需要对可理解课程进行理解并将最终的理解运用于课堂教学。

狭义的教材，严格来讲，仅指教科书。只有教科书才属于可理解课程。在许多人眼里，尤其是学生眼里，教科书拥有神圣的、正确的、不容置疑的地位和印象。德国著名教育家凯斯特纳曾鼓励学生质疑教科书，他在《开学致辞》中说了这么一段意味深长的话：“不要完全相信你们的教科书……这些书是从旧的教科书里抄来的，旧的教科书又是从老的教科书抄来的，老的教科书又是从更老的教科书抄来。人们说这是传统。传统可是另外一回事……老师不是教官，也不是上帝，他不是一切都知道，他也不可能一切都知道。”^{〔1〕}凯斯特纳的话对教科书编写者和使用者都具有跨越时空的警示作用。

广义的教材，包括可用于教学的一切材料。对科学课程而言，教材既包括教科书，也包括由教科书编写者开发的与教科书相配套的用于教学的一些辅助材料，如观察的各种实物，用于实验的各种材料、设备和工具等。以往我们都习惯于将教学辅助材料归于“资源”，如同“顾问”，顾上就问，顾不上就不问。把教学辅助材料归于“资源”，就会产生“可用可不用”的效果。如果将其列入可理解课程范畴，那么就意味着课程开发者在开发课程时必须提供相应的材料。

美国哈佛大学兰本达教授认为，科学课上应该提供“有结构的材料”。“有结构的材料”是事先选择好的，经过仔细组合的，以便于孩子们能够在一个很短的时间内发现科学家已知的东西。它可以引发孩子们经历建构概念的过程。兰本达概括了选择材料的标准：第一，材料应和科学上的一个重要概念有关，即材料必须组成和概念有关的结构。例如，漂浮是一种物质特性，准备的材料中就既要有能“浮”在水上的东西，也要有能“沉”下去的东西。使用这些材料应该能揭示许多有关的现象，这就是称为“结构”的特性。第二，这些材料应该能引起孩子们的兴趣。第三，这些材料应该有多种相互作用，应该有较广的余地，使能用许多不同的途径进行探索研究，应该使孩子们在使用材料探究的过程中，有不同的发现，而这些发现中的大多数将会对建立和丰富概念做出贡献。第四，每个孩子都应该有足够的材料，每样材料的数目不一定和学生的人数相等，但是每个孩子都应该有足够的、在探索相互作用中起关键作用的材料。第五，这些材料不应使人从心理上想出一些标新立异的活动，如用麦管吹肥皂泡等。^{〔2〕}

由兰本达的论述可以看出，科学课上的教学辅助材料是经过精心筛选和组织的，与科学

〔1〕 李宽宽．德国人怎样教孩子〔M〕．北京：昆仑出版社，1999：72．

〔2〕 〔美〕兰本达，布莱克伍德，布兰德韦恩．小学科学教育的“探究－研讨”教学法〔M〕．陈德璋，张泰金，译．北京：人民教育出版社，1983：48－49．

概念学习相关的，为了帮助学生更好地理解科学概念所采用的材料的统称。它不同于图书、科学实验仪器设备等一般意义上的辅助材料。为了将其与一般意义上的辅助材料区别开，可以将科学课程中的教学辅助材料称为科学材料。这样，科学课程中的可理解课程，指的就是教科书和科学材料。

而被教师用于教学的各种教师指南、辅导书或辅导材料，由于其作用在于指导教师教学和学生学习而不是传达正式课程意图，所以不属于教材的范畴。在教育实践中，人们经常会将教科书与教材、教学辅导书画上等号，片面夸大“教学辅导书”的作用，而忽略教科书和教学辅助材料。著名语文教育家于漪教授多次指出，我们现在中小学教育有一个很大的缺陷，不是教学引导“教学辅导书”，而是“教学辅导书”指挥教学。长此以往，课程实施将必然偏离正式课程的轨道。

4. 实践性课程

在中国，学校根据实际情况制订的教学计划或教师制订的具体的教学计划即实践性课程（Practical Curriculum，或实践课程，本书中二者属同一概念）。对教师而言，他们接触到由专家、学者团体编制的可理解课程和正式课程以后，有时也会受到理想课程的影响，自然会经历理解和领会，执行和设计教学，以及进行课堂教学这三个过程。这样，对教师而言，就会形成三种类型的课程。

第一种课程是个人课程（Personal Curriculum）。Osterman 等人（1993 年）认为，教师头脑中的教育理论包含了“所倡导的理论”（Espoused Theories）和“所采用的理论”（Theories in-Use），前者来自外界的新信息，是外显的；后者来自原有的文化和习惯，是内隐的，教师教育行为受这两种理论的合力所制约。^{〔1〕}“所倡导的理论”只有内化为“所采用的理论”，才可能使教师的行为朝着“所倡导的理论”指引的方向发展。因此，当教师接触到宏观层次的正式课程和可理解课程以后，他们的头脑中必然会形成个人课程：基于不同教师个体不同的文化和教育背景以及对相同课程内容的不同领悟能力，对于宏观层次的正式课程和可理解课程“是什么”和“应该是什么”所形成的具有个人特色的理解和解释。个人课程存在于教师的头脑中，它影响和决定教师最终采取何种方法去执行和设计课程以及教学。个人科学课程课程包括对科学是什么、科学教学应该是什么等的认识。

第二种课程是实施课程（Operational Curriculum）。古德莱德把教师写成教案的东西称为“Operational Curriculum”，^{〔2〕}意指实施课程。它是指在个人课程影响下，教师对教学进行的设计，撰写的教案、课程实施方案或者教学设计。理论上来说，实施课程是个人课程外显化，或者文本化的东西，应当与个人课程保持一致。但事实上，教师在编制实施课程时，更多地会选择与正式课程保持一致，而自觉或不自觉地将个人课程的一些东西隐藏起来。在长期的实践中，教师会形成自己的教学设计风格和相应的教学设计的理论。以往我们都强调专家的“教学设计理论”，而很少顾及教师根据个人的教学经验总结而成的教学设计理论。研究表明，教师的教学设计理论大部分时候是以内隐的形式存在于教师的头脑中，未被教师们言述，但不等于不可言述和不能言述。因此，个人课程和实施课程一起形成了教师的观念课程（Theoretical Curriculum）。观念课程对教师的实际课程会产生直接的影响。

第三种课程是实际课程（Factual Curriculum），即教师在课堂上实际进行的课程。实际课

〔1〕 Karen F. Osterman&Robert B. Kottkamp. 教育者的反思实践——通过专业发展促进学生学习〔M〕. 郑丹丹，译. 北京：中国轻工业出版社，2007：46.

〔2〕 伊藤信隆. 学校理科课程论〔M〕. 邢清泉，等译. 北京：人民教育出版社，1988：48.

程受个人课程和实施课程的影响，而实际课程的实施效果，也会反作用于教师的个人课程和实施课程。由于实际课程的实施要考虑到许多因素，如学生的认知水平、班级进度，有时甚至可能是考试等因素的影响。因此，实际课程往往与实施课程会有很大出入。

教师实践性课程是教师与课程、课程实施环境等相互作用的产物。由于不同个体理解课程的能力和个人素养不同，将会导致实践性课程的多样性和个体性。每个人有自己的实践性课程，它们并不是天然地与专家倡导的理想课程或国家的正式课程以及可理解课程之间毫无差距。因此，在实施一项改革之际，要想使改革获得成功，就必须想方设法缩小教师实践性课程与其他层次课程之间的差距。最有效的策略就是对教师进行有效的培训，使教师的实践性课程得到不断改善，以保证课程的有效实施。

5. 经验课程

经验课程（Experiential Curriculum）是指学生实际学习和体验到的东西。学校课程实施中，学生接触到的课程并不是正式课程，而是可理解课程（教材，大多数情况下仅有教科书）和实际课程（课堂教学）。因此，教科书的质量、教材的丰富程度，以及教师实际课程的实施效果是影响经验课程的重要因素；反过来，学生实际获得的经验，经过教育测量与评价之后得到的反馈结果，将会对教师的实践性课程以及可理解课程造成一定的影响。

各个层次的课程及其关系如图 1-3 所示。

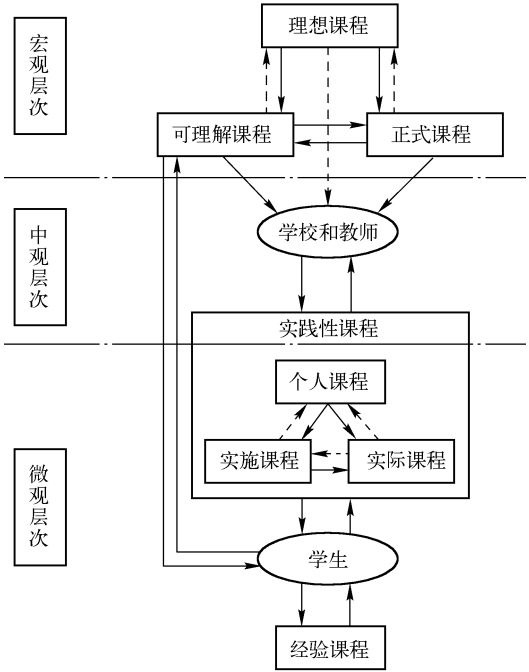


图 1-3 各个层次的课程及其关系示意图

1.2.2 课程的发展性

课程的层次性决定了课程具有发展性。按照弗鲁德（Robert L. Flood）和卡森（Ewart R. Carson）对复杂性的定义，复杂性是客观事物的一种属性，是客观事物层次之间的一种跨越，或者说是客观事物跨越层次的不能用传统的科学理论直接还原的相互关系。^[1] 种种迹象

[1] 颜泽贤，等．复杂系统演化论 [M]．北京：人民出版社，1993：50．

表明,不同层次的课程之间存在着一定的差距。而缩短这些差距的种种努力和过程,即可以看做课程的发展。其核心在于实践课程向理想课程和经验课程的无限接近,而正式课程和可理解课程可以看做帮助实践课程接近理想课程的桥梁。

就像地球绕着太阳公转而自身也在不停地自转一样,除了课程不同层次之间的跨越式发展外,课程发展还体现在本层次课程的完善上。这种完善表现在课程由相对不理想状态到相对理想状态、由相对不完善状态到相对完善状态、由相对不充分状态到相对充分状态的动态变化过程中,如教科书的修订、科学材料的补充与更换等。概括来说,课程发展(Curriculum Developing)就是指不同层次课程之间的跨越及其各个层次的自身完善。

课程的发展性如图 1-4 所示。

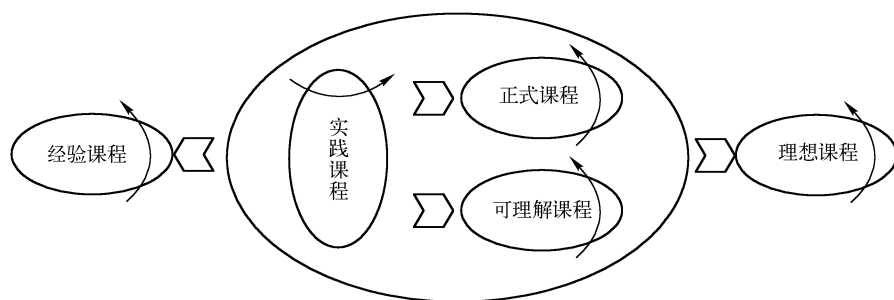


图 1-4 课程的发展性

1.3 课程发展的含义及其研究意义

1.3.1 课程发展的含义

如同课程有多种含义一样,课程发展的含义也非常复杂。有人认为它于 20 世纪 50 年代出现在英、美教育书刊中,可翻译成“课程研制”。其前身是“Curriculum Making”(课程编制)——对人生活动的分析,对教育目标的分析,对儿童身心发育状况的研究,对教学科目的安排和各科教学时数的分配,对教材的选择和评价等。^[1] 欧用生认为,在一般的课程文献中,课程发展与课程计划(Curriculum Planning)、课程设计(Curriculum Design)、课程编制(Curriculum Building)、课程建构(Curriculum Construction)等同义,都指课程结构的发展。^[2] 目前,国内学者一般将其翻译成“课程开发”。以上说法只看到了课程发展的某一个阶段,而没有关注到课程发展是一个动态的变化过程。

课程发展不等于课程开发(Curriculum Development)。据英国教育学者朗特里所编的《教育辞典》解释,课程发展是指个人或小组确定某些学习者的教育目的和目标,设计适合的课程(包括对教学内容、评定方法等的选择),开设这一课程和依据其效果的评价而改进该课程等一系列计划周密的活动。^[3] 从社会教育和学校教育的角度看,课程发展包括课程的设计

[1] 陈侠. 课程论 [M]. 北京: 人民教育出版社, 1989: 17.

[2] 欧用生. 课程发展的基本原理 [M]. 高雄: 复文图书出版社, 1985: 20.

[3] 朗特里. 英汉双解教育词典 [M]. 赵宝恒, 等译. 北京: 科学教育出版社, 1992 年: 97.

和开发、对教授新课程教师进行培训、课程的教学、课程的评估反馈以及课程的修订和改进等。课程开发即开发课程，如编订正式课程、制订教学计划、编写教材等，都属于课程开发行为。课程开发意味着新课程的创造活动，而较少考虑所开发的新课程在学校实施的过程中，是否达到了理想课程的要求，对于建构学生的经验课程是否有效。因此，可以把课程开发看做课程发展或发展课程的手段或途径。打个比方，课程开发相当于打江山，而课程发展是既打江山又守江山，既种树又护林的一种持续行为。

从历史角度来说，课程发展可以看成随着时间的推移和社会发展，课程目标、名称、内容等顺应时代潮流的演化过程。这种发展主要是课程文件等的文本演化过程，是对课程发展最普遍意义上和最通俗的理解。就某一历史时期的课程而言，它也不能被看做静态的事物。客观上，不同层次的课程之间存在着一种“不能够用传统的科学理论直接还原的相互关系”，这一相互关系会引发不同层次课程在内涵上而不是形式上的动态变化，这种动态变化可以视为课程不同层次之间的跨越式发展。因此，从复杂性角度而言，课程发展就是指不同层次课程之间的跨越以及各个层次内课程的自身完善。这才是站在课程研究专业角度，对课程发展的合理解释，也是课程发展最为本质的意义，更是我们过去没有意识到而今后必须建立的一个重要概念。课程自身不可能自动完成在不同层次之间的动态变化或跨越式发展，它毕竟不是一个活的生命体。课程发展需要课程发展者，包括课程构想者、课程制订者、课程编订者、课程实施者和课程经验者等课程发展主体的参与以及相应的社会机制来做保障。由实践性课程无限接近理想课程和经验课程的过程，这是一个教师价值观向专家价值观转化的过程。帕森斯曾说：“价值系统自身不会自动地‘实现’，而要通过有关的控制来维系。在这方面要依靠制度化、社会化和社会控制一连串的全部机制。”^{〔1〕}因此，从组织学来说，课程发展需要相应的社会机制来保障，这些机制包括课程开发机制、培训机制、课程实施机制、教学管理机制、评估与反馈机制等。相应地，课程开发者、课程培训者、教师与学生、课程的教学管理者和课程的评估者就参与到课程发展中，形成了课程发展系统。

根据课程相关人员的参与课程发展的程度，课程发展系统可以分为3种类型：孤立系统、封闭系统和开放系统（如图1-5～图1-7所示）。开放式课程发展系统更能够推进课程在不同层次上的跨越式发展，应当成为课程实践首选的课程发展系统。在这3个系统中，居于核心位置的或者说是课程发展中心的，是教师和学生所组成的师生共同体。因为学生的经验依赖于教师实践性课程的实施效果，所以，实践性课程应当成为课程发展的核心和关键。课程的开发者、培训者、教学管理者及评价者既是课程发展系统的组成成员，又是师生共同体进行课程发展的外界环境。在课程开发者、培训者、管理者及评价者缺位的情况下，课程发展处于一个孤立系统，如图1-5所示。中国传统的儒家教育就属于这种模式。当课程发展只由学校一家来承担，而其他人员要么不参与，要么由学校内部的人员来担任，课程发展就处于一个封闭系统，如图1-6所示。目前，中国有很多课程的实施处于这样的封闭系统中。只有当课程开发者、课程培训者、课程的教学管理者及课程的评价者都参与课程实施时，课程发展才处于一个开放系统，如图1-7所示。与孤立式课程发展系统和封闭式课程发展系统相比，开放式课程发展系统更能够推进课程在不同层次上的跨越式发展。

〔1〕 帕森斯．现代社会的结构和过程〔M〕．北京：光明日报出版社，1988：141．

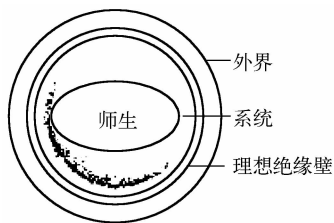


图 1-5 课程发展的孤立系统

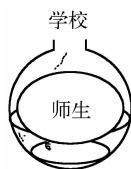


图 1-6 课程发展的封闭系统

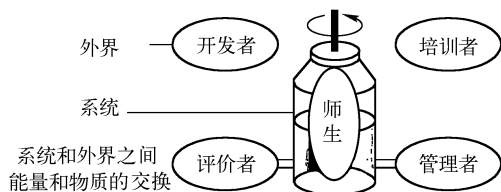


图 1-7 课程发展的开放系统

所以对课程改革而言，应当建立开放式课程发展系统，并在这一系统中发展课程。英文中“develop”还有一个“发育”的含义。发育是生物学的概念，指有机体器官成熟以后，器官功能上所发生的质的变化过程。举个例子，人的生殖系统在出生以后一直处于静止状态。进入青春期以后在性激素的刺激下，生殖系统才开始重新发育，最终使人具备了生殖的生理功能。借用“发育”的含义，课程发展或发展课程就意味着，通过专业人员的参与和努力，使得不同层次课程发生一个质的变化。而通过前面对课程层次性的分析，以及教师在课程发展系统中的核心地位，我们可以推断，改善教师的实践性课程是课程发展的关键中的关键。这就为教师培训提供了有力的课程理论的支撑点。

总之，课程发展不能仅仅理解为课程文本的演化或课程名称的变更，它还意味着在开放式课程发展系统和课程发展机制的保障下，课程不同层次之间的跨越式发展。要实现这种跨越式发展，关键在于改善教师的实践性课程。

1.3.2 研究课程发展的意义

第一，古德莱德的课程分层理论将课程放在了一个宏观的社会或系统背景中，让我们既看到了课程产生和发展的社会和文化等方面，如哲学和认识论基础的土壤和根基，又看到了课程实施和发展的机构实体，更让我们看到了课程实施的现场和现场中的个体。这最终让我们明白了课程的实施和发展并不是仅仅关系学校和教师个人，还受着学校和教师以外更多因素的影响。这样就开阔了课程研究的视域，突破了以往“只见教学不见课程”的实施研究模式。

第二，课程发展是一项由课程相关人员推进的，使课程在不同层次之间实现跨越和完善自身的长期的教育发展活动，而不是短暂性的“课程开发”活动。目前，我们的课程改革实践中，只见“课程开发”而不见“课程发展”。于是，无论编写教材还是制订课程标准，大家总是一窝蜂地涌上去。至于新课程在实践中遇到了这样或那样的问题，却很少有人能够就课程的改进做一些调研。近年来，一些课程专家们又在倡导“课程理解”（Understanding Curriculum）。他们认为自 20 世纪 70 年代以来，西方教育科学领域发生了重要的范式转换。课程研究开始超越以“泰勒原理”为代表的具有理性主义性格的“课程开发范式”而走向“课程

理解范式”，即把课程作为一种多元“文本”来理解的研究范式。^{〔1〕}一时间，“文本解决”与“理解课程”甚为流行。国内倡导“理解课程”和“文本解读”，实际上是把“Curriculum Developing”这个词汇误解为“课程开发”了。熟悉西方课程理论和实践发展历史的人都知道，西方社会在20世纪70年代以前，进行过丰富的课程发展的实践活动，先有杜威，后有泰勒、塔巴等人。在小学科学课程发展方面，更是有许多的大学和研究所以研究人员参与了进来，形成了成熟的课程开发和课程发展范式（详见第3章）。而在中国，目前新课程实施面临的最大的问题，是只种树却不护林。不是教科书不够多，也不是课标解读的书不够深刻，而是无人去承担课程发展和课程发展的重任。研究课程发展的问题，对于解决中小学新课程改革所面临的问题，有着适切的实践意义和理论意义。

第三，有人提出，课程实施是一个文本转换过程。^{〔2〕}文本转换的本质在于文本的解读，文本的解读只要有眼睛、耳朵和大脑就够了，并不需要动用双手，也不需要像科学家那样去探究。这样就让本来做实验的教师停下来，让不做实验的教师更懒于动手。如果教师培训也止于“文本解读”，那么本来科学素养就不高的小学科学教师，如何能够获得进行科学教育必需的基本技能和基本方法呢？所以，倡导文本解读，对于科学教育只会带来负面效应。而研究课程发展，必然有利于纠正目前课程研究和课程实施领域中的这种“浮夸”之风和“空谈”之风。

1.4 小结

课程是复杂的，本章从层次性和发展性两个方面阐明了课程的复杂性。课程的复杂性表现在课程的层次性和发展性上，课程的层次性决定了课程的复杂性，课程的复杂性又依赖于课程的层次性。因此，课程的层次性对理解课程的复杂性有重要作用。

本章对不同层次的课程概念进行了定义和解释。在此基础上，提出了课程发展的含义，分析了课程发展系统的3种模式，并论述了研究课程发展的意义。

课程是为完成一定的教育目的或目标，由国家、研究团体或个人制定的人类知识和经验的集合，它担负着人类文化传承、创新和教养培育的本质使命与意义。课程发展不能仅仅理解为课程文本的演化，或课程名称的变更。它意味着在开放式课程发展系统和课程发展机制的保障下，课程不同层次之间的跨越式发展。要实现这种跨越式发展，其关键在于改善教师的实践性课程。对课程改革而言，应当建立开放式课程发展系统并在开放的系统中发展课程。研究课程发展的意义在于开阔课程研究的视域，突破以往“只见教学不见课程”的实施研究模式；对于解决中小学新课改所面临的问题有着适切的实践和理论意义；有利于纠正科学课程研究中的清谈之风。复杂性课程理论提醒我们，教师和实践性课程是课程发展的核心和关键。从实践性课程角度考察课程改革和实施问题，就抓住了课程变革的主要矛盾和矛盾的主要方面。

以上理论为研究小学科学课程改革和实施问题提供了一个分析的理论框架，并且指明了研究的内容和方向。

〔1〕 钟启泉，张华．在东西方对话中寻求教育意义——世界课程与教学新理论主编寄语〔A〕．威廉 F. 派纳，等．理解课程〔M〕．北京：教育科学出版社，1999：前言．

〔2〕 施铁如．课程实施中的文本转换〔J〕．教育导刊，2003年1月号上半月．

第2章 中国小学自然课程生存与发展的历史之路

马克思曾说,人们创造自己的历史,但是他们并不是随心所欲地创造,并不是在他们自己选定的条件下创造,而是在直接碰到的、既定的、从过去继承下来的条件下创造。一切已死的先辈们的传统像梦魇一样纠缠着活人的头脑。^[1]因此,只有弄清楚小学科学课程在中国的发展历史,才可能搞明白我们曾经遇到什么困难,将要排除哪些障碍,向哪里去和如何去。

关于中国科学教育的历史,前人已经做过不少研究。较为全面的史学考察可见孙宏安等人的著作。但从课程与课程发展的角度窥探小学科学课程发展的历史、规律和特点,国内研究尚不多见。2001年国家教育部颁布了《全日制义务教育科学(3—6年级)课程标准》(实验稿》)(以下简称《科学(3—6年级)课程标准》),这是中国小学教育史上首个以“科学”二字直接命名的正式课程。以正式科学课程的发布为分水岭,我们可以把实施自然、常识等课程的年代称为“前科学课程时代”,2001年至今则称为“科学课程时代”。在前科学课程时代,小学自然课程走过了一条生存与发展的历史之路。

2.1 理想科学课程匮乏

理想课程反映了一个社会中高水平或者对社会有责任心的人们对于实施教育理想的哲学思考。它来自于社会现实,反映了特定历史条件下的社会文化基础和时代发展要求。19世纪中叶,由于中国封闭的农业生产经济模式被逐步打破以及科学被引入中国,理想科学课程才得以诞生。

2.1.1 道德教化的儒家理想课程观统治中国近两千年

前科学课程时代,贯穿了中国两千年的历史,其中有近一千九百年的历史,儒家道德教化的理想课程雄霸天下。^[2]先有孔孟思想为代表的传统道德教化理想课程观,其目的在于培养理想人——“齐家、治国、平天下”、“内圣外王”的君子,教养内容主要是道德仁义和人文教养:“志于道,据于德,依于仁,游于艺”(《论语·述而》)、“兴于诗,立于礼,成于乐”(《论语·泰伯》)、“皆所以明人伦也。”(《孟子·滕文公上》)。朱熹后来解释道:“伦,序也,父子有亲,君臣有义,夫妻有别,长幼有序,朋友有信,此人之大伦也。痒序学校,皆以明此而已”(《四书集注》)。因此,孔孟以后,儒家教育的最高理想一直是为政治服务,建立和维持一个便于专制统治的、有等级的和有秩序的社会关系体系。宋朝以后,尊孔崇儒实际上变成了尊崇宋儒,朱熹的思想成为儒学的代表。

不知什么原因,中国古代学者讨论教育问题时,总是习惯于讨论以15岁以上成年人为教育

[1] 马克思恩格斯全集(第1卷)[C].北京:人民出版社,1972:603.

[2] 早在商代学校已经有了“大学”和“小学”之分。殷商以后,这种二级制的学校教育制度,历经发展至隋唐、宋元时期已臻完善。明清时期延续了这种古代教育制度。古制中的“大学”是指“大人之学”,即一种以成人为教育对象,着重追求“治国、平天下”为目标的教育(吴洪成,2006年),这与我们今天所谓的“大学”——起源于中世纪学术行会,拥有自治权力,致力于学术创新的知识文化组织的含义相去甚远。而“小学”则是指以儿童为教育对象,着重于儿童认知行为方式训练的教育(吴洪成,2006年),这与我们今天所谓的“小学”——专为学龄儿童(一般指年龄范围为5~12岁的儿童)接受初等教育而设立的免费、义务、世俗的公共教育体系中较低层次的基础教育的含义大相径庭。

对象的“大学”教育问题,而很少讨论儿童教育问题。这一点,与西欧历史上的教育家一讨论教育问题总是从儿童时期开始大不一样。朱熹是中国历史上少有的几个明确提出儿童教育思想的哲学家。基于“存天理,灭人欲”的哲学理念,朱熹提出了儿童“修身,治心,事亲,接物,与夫穷理尽性之要”的理想课程观。他认为儿童教育是大学教育和日后发达的准备阶段,其最终目标在于“道德教育”:“凡一物一则,一事一宜,虽至纤至悉,皆以闲其放心,养其德性,为异日进修上达之阶,即此而在矣”(《童蒙须知》)。其教育内容既包括洒扫、应对、进退之节待人接物的礼节,又包括礼、乐、射、御、书、数等六艺文化知识,还包括孝、悌、忠、信等封建伦理道德及正心、诚意、修己治人之道。^[1]教材采用“昭然可考”的“圣贤典训”。朱熹将“衣服官履”等良好的举止和行为习惯教养纳入儿童教育中,是对儒家教育思想的一个有益补充和发展。但是,朱熹同时也将“灭人欲”彻底地贯彻到了自己的儿童教育纲领中,塑造了中规中矩、自然天性受到压抑的理想“小大人”形象。

17世纪时,颜元(1635—1704年)提出了一种比古希腊“博雅教育”更为全面的,适用于“高等教育”阶段的“文武经艺”的理想课程,倡导“实学”教育。教育的最终目标是“学成其人而已”,具体而言就是要培养“办事人”、“转世人”。为了使人为其人,课程内容就要弃虚而就实:

习六艺。昔周公、孔子,专以艺学教人,近士子惟业八股,殊失学教本旨。凡为吾徒者,当立志学礼、乐、射、御、书、数及兵、农、钱、谷、水、火、工、虞,予虽未能,愿共学焉(《习斋教条·1675年》)。^[2]

颜元的“实学”涉及自然科学和科学技术的并不多。这一方面与他生活的时代科学技术落后有关。颜元一生有两次游学历程,其行踪主要集中于今天的河北和北京一带。所到之处,正是当时农业生产发达地区。但这些地区,其农业生产的技术远远落后于当时的欧洲。17世纪时的欧洲,水磨、风磨等机械化的工具已经在农业生产上得到了广泛的使用,而中国的农业依然停留在依靠人力畜力的原始技术层面。另一方面,颜元自己并不十分喜欢和熟悉自然科学。他将墨子学说视为“异端”,认为假如墨子的学说流传至今的话,依然会有三分的害处。作为一个好学青年,颜元不可能没有读过墨子的书,他也不可能没有接触过墨子书中的自然科学知识。但是,在颜元看来,这些知识实在不是什么“有用之学”。无论是孔孟还是朱熹、颜元的理想课程观,都体现了道德教育的最终目标,最大程度地强调了人文教育。

2.1.2 张之洞的“中体西用”的理想课程观出现了科学教育萌芽

鸦片战争之后,在中西文化发生碰撞之时,张之洞(1837—1909年)设计了一个有限地接纳西学^[3]的理想课程观。他对西学的认识始终没有超过自幼接受西学教育的严复,对儿童教育的认识也没有朱熹那么“哲学”,但却对中国新学制的建立产生了深刻的影响。张之洞的课程理论都写在了《劝学篇》^[4]中。读着《劝学篇》,令人不禁对作者肃然起敬。张之洞生活的时代,泰勒还没有出世。但是,他的《劝学篇》却将泰勒日后总结的4个课程原理

[1] 陈侠.课程论[M].北京:人民教育出版社,1989:13.

[2] 转引自:陈山榜.颜元评传[M].北京:人民教育出版社,2004:50.

[3] 泛指产生于西方的文明与文化。郑观应将西学分为三类:“一类是天学,以天文为纲,包括算学、历法、电学、光学诸艺;第二类是地学,以地舆为纲,包括测量、经纬、种植、车舟、兵阵诸艺;第三类是人学,以方言文字为纲,包括一切政教、刑法、食货、制造、商贾、工技诸艺。见郑观应著.夏东元编.盛世危言·西学[A].郑观应集(上册)[C],上海:上海人民出版社,1992:272.

[4] 以下论述所引文献出自:张之洞.劝学篇[A].张之洞全集(第12册)[C].石家庄:河北人民出版社,1998.

(除了第四个评价原理之外) 中的 3 个都清楚明白地表述出来了。由于引入了西学内容, 张之洞的理想课程观可谓最早出现科学教育萌芽的理想课程观。

张之洞主张: “无论何等学堂, 均以忠孝为本, 以中国经史之学为基。俾学生心术壹归于纯正, 而后以西学渝其知识, 练其艺能, 务期他日成材, 各适实用。” 这表达了学校应当试图达到什么教育目标 (泰勒原理之一), 即要为统治阶级培养循规蹈矩, 服从伦理纲常约束又有一定实用技能的人才。

那么提供什么教育经验最有可能达到这些目标 (泰勒原理之二) 呢? 张之洞认为: “一是新、旧兼学。四书五经、中国史事、政书、地图为旧学, 西政、西艺、西史为新学, 旧学为体, 新学为用, 不使偏废。二是政、艺兼学, 学校地理、度支赋税、武备律例、劝工通商, 西政也; 算绘矿医、声光化电, 西艺也。西政之刑狱立法最善, 西艺之医最于兵事有益, 习武备者必宜讲求。”

怎样有效组织这些教育经验 (泰勒原理之三) 呢? 关于课程设置, 张之洞认为 “小学堂习四书, 通中国地理, 中国史事之大略, 算数, 绘图, 格致之粗浅者。中学堂各事较小学堂加深, 而益以习五经, 习《通鉴》, 习政治之学, 习外国语言文字。” “小学堂先艺而后政, 大中学堂先政而后艺。西艺必专门, 非十年不成; 西政可兼通数事, 三年可得要领。大抵救时之计、谋国之方, 政尤急于艺, 然讲西政者亦宜略考西艺之功用, 始知西政之用意。” 关于学生的要求, 张之洞认为 “才识远大而年长者宜西政, 心思精敏而年少者宜西艺。宜教少年, 学算须心力锐者, 学图须目力好者, 学格致、化学、制造须质性颖敏者, 学方言须口齿清便者, 学体操须气体精壮者。中年以往之士, 才性精力已减, 功课往往不能中程, 且成见已深, 难于虚受, 不惟见功迟缓, 且恐终不深求, 是事倍而功半也。” 关于教学方法, 不课时文, 新学既可以应科目, 且与时文无异矣。

以张之洞为代表, 清末有识之士于 1898 年提出的 “中体西用” 主张, 对于中西异质文化的冲突起到了一定的缓冲作用, 也为 “西学” 课程进入中国的教育体制提供了理论依据。张之洞的 “中体西用” 学说, 将 “西学” 放置于体末之中的 “末位”, 满足了朝廷和士大夫维护纲常礼仪的虚荣心, 缓冲了中西异质文化的冲突, 同时也减少了学习西学所遇到的思想上、文化上、心理上的障碍。正因为如此, 张之洞的理想课程一经提出, 就受到了社会各界人士的认同乃至光绪皇帝的赞赏, 转而变成了清末一个重要的政治、文教政策。在以后很长一段历史时间里, 承担着实际指导国家编制正式课程的历史重任。在后面的论述中, 我们将通过课程标准或者数据清楚地感受到张之洞理想课程的深远影响。

张之洞只认识到了 “西学” 的价值, 对于隐藏在 “西学” 背后核心的东西——科学, 他还没有来得及或者没有时间去仔细揣摩。以至于 “中体西用” 的理想课程仅萌芽了科学教育的意识, 反映了其理想课程的时代局限性。

2.1.3 严复的 “物理科学为当务之要” 理想科学课程观

严复 (1854—1921 年) 是中国近代史上少有的精通自然科学的学者。他早年曾就学于洋务学堂, 接受了良好的西学教育, 后又留学英国, 学贯中西。严复不仅翻译了许多著作来介绍西方科学和西方哲学, 还撰写了大量文章向国人介绍科学。从严复的诸多文章中, 我们可以感受到严复对于自然科学本质和科学方法持有非常清晰和正确的认识。1895 年, 严复曾撰文《论世变之亟》揭示西方文化的 “命脉” 乃 “不外于学术则黜伪而崇真” 等, 指出中学学术方法中最缺乏 “求知未知, 求能不能已” 的 “近世格致家之试验”, 提出 “富强以格致为先务” 的科学强国思想和主张。严复的科学强国思想及其对西方科学的客观认识, 超越

了他所处的时代和周围所有人。

1912年,严复在批评中国传统教育的基础上,引用卢梭、赫胥黎和培根的见解,论述了在中国开展“物理科学教育”的必要性和重要性。严复认为,中国传统教育中的智育“未得其方”,这是导致“民智不蒸,而国亦贫弱”的主要原因,想要纠正教育的弊端,“必假物理科学为之”。严复认为教育目的在于尚公、尚武、尚实,这是人类极宝贵高尚之德。通过德育可以达到“尚公”,通过体育可以达到“尚武”,而“尚实”则唯有通过智育教育。在智育中,唯有物理科学教育可以养成人们的“尚实”之德:“一切物理科学,使教之学之得其术,则人人尚实心习成”。因此,严复提倡学校中的课程必须有“人生不可少之智识”的数学、物理、化、动、植诸科者。严复所谓的“物理科学”,并不是我们今天所谓的狭义意义上的物理,而是兼有化学、动植、天文、地质、生理和心理的“物理”。因为“物理”的范围突破了旧学范围,所以“物理”的教授之法不能采用治旧学的方法,需要教师准备“物与器”,实物与仪器设备等;“使学者之心,与实物径按”,通过学生的试验,采用“自籀”(严复将演绎法称为外周籀术,将归纳法称为内籀之术,二者相比,内籀之术更重要)并“人人自用其耳目”,达到“自推、自用其明”的目的。^[1]

严复倡导的“物理”涵盖了现代科学的主要学科,所以他的“物理科学为当务之要”的理想科学课程观,堪称中国历史上首个明确倡导科学教育的理想课程观。但遗憾的是,严复所处的时代,能够像他那样认识到科学真谛的人寥寥无几,毕竟接受过西学和正规科学教育的人在当时的中国只是极少数人。在一个“中学为体,西学为用”文化背景中,严复的理想科学课程观终因曲高和寡,而未能引发仁人志士们的教育实践和受到国家教育政策的关注,停留在了个人理想状态。

2.1.4 与科学教育擦边而过的几种理想课程观

在长达两千多年的历史中,儒家教育思想并不是没有受到质疑和抨击。但是,这些不符合封建道统专制的思想观点,既不能迎合统治阶级的口味,又缺少仁人志士的呼应和民众的响应,只能在很小的范围内流传,影响很小。

先秦时墨子认为教育是弘扬人的潜能的一个过程,即“能谈辩者谈辩,能说书者说书,能从事者从事”(《墨子·耕柱》)。他很强调人的多元智能的开发和多种素养的教育:“厚乎德行,辩乎言谈,博乎道术”(《墨子·尚贤上》),这里的“道术”实际上就是自然科学与技术的概称。墨子在自然科学方面有很深的造诣,他曾像毕达哥拉斯一样结社传授私家学问,终因后继无人而成为一门绝学。老子则强调以自然心态向自然学习,“道法自然”(《道德经·第一章》、“处无为之事,行不言之教”(《道德经·第二章》)。但因“无为”哲学过于深奥,一般人难以理解其真义,终未能被阐释为教育理论。

汉武帝“罢黜百家,独尊儒术”以后,墨子、老子等诸子百家的教育思想和理论遭遇了国家机器的强力打压。与政治结盟以后,儒家学说占据了思想和文化上的统治地位,儒家道德教化的理想课程观自此雄霸中国教育领域,其一枝独秀的局面直到近代才被打破。清朝末年,改良派康有为和梁启超也提出了他们的理想课程。康有为(1858—1927年)认为小学教育的目的是“蒙养之始,以育德为先”、“以养体为主,而开智次之”,学校选择教育内容的一般“公理”为“德教、智教、体教之外,以实用教为最重”。基于此,他提出了小学学习

[1] 严复.论今日教育应以物理科学为当务之急[A].胡伟希编.中国启蒙思想文库·论世变之亟——严复集[C].沈阳:辽宁人民出版社,1994:157-168.

科目包括语言、修身、习算、地理、历史。除了这些科目外，康有为还认为所有人世普通之学皆当学习。至于学什么，在哪个学级开展，都随时可以审议确定。^{〔1〕}他认为小学阶段，儿童“习于正则正，习于邪则邪，入兰室则秀，居鲍肆则臭”，学校应该建设在远离干扰的园林之地；加之儿童擅嬉天性，教育应当采取“潜移默化”的方法。正是基于这一认识，康有为认为学校应该设置图画雏形之器，金工、木工、范器、筑场等，“既合量性之嬉，即资长大之业”，“童而熟习，长大忘形，尤于工艺易精也”。这可谓中国最早提出的儿童技术教育主张。

梁启超（1873—1929年）批评传统小学教育在儿童大字不识的情况下大讲“大学之道”，最终导致儿童“以学为苦而疾其师”。他倡导改造国民性的“新民”教育，在《新民说》中说：“教育之意义，在养成一种特色之国民，使结团体，以自立竞存于列国之间，不徒为一人之才与智也。”^{〔2〕}为改造国民性和培养新民，梁启超认为应该推行义务教育。他还把儿童应该读的书分为7类，即识字书、文法书、歌诀书、问答书、说部书、门径书、名物书；为儿童拟定的课程有算学、图学（地理）、代数、西文、书法，并大力倡导“新民教育”。

在中国历史上，道德教化的理想课程观影响最为深远和深入人心，使得中国教育长期处于人文道德教育的单一模式中。“中体西用”的理想课程观，解决了特定历史时期，在教育领域中引入西方自然科学成果的理论问题，可谓最早关注到科学教育的理想课程之一。而严复则超越了他所处的时代，提出了倡导科学教育的理想课程观。颜元、康有为和梁启超的理想课程观中，都不同程度和从不同角度地注意到了科学技术对于人类社会发展的影响，这不能不说是一种进步。

自清政府兴办新学以后，就不断有国外的教育思想、理论与实践被陆续介绍到中国。随着更多的留学归国人员回国，特别是杜威的几个中国学生，如胡适、蒋梦麟、陶行知、陈鹤琴等人，在中国掀起了“实用主义”教育热潮。据推士（George Ransom Twiss）在《科学教育在中国》中的介绍，20世纪20年代可用于科学教育的教学方法或环节，有记诵法、练习法、讲授法、小组讨论法、实验法、设计教学法（Project Method）和道尔顿制（Dalton Plan）等，^{〔3〕}这些方法在20世纪20—30年代，在中国都有一些试验和实践。有人对这一时期的中国教育现状做了总结，指出在频繁引入别国经验的背后，暴露出我们教育观念的匮乏。

什么是中国的教育政策？普及教育还是人才教育呢？儿童本位的教育还是党化的或国本的教育呢？救亡的教育呢？职业或生产的教育还是文艺或自由的教育呢？教育的制度应该取法于日呢？德呢？美呢？法呢？或怎样使教育中国化呢？教育的行政，应该是专权或分权呢？教育的实施，应该是着重教材或方法呢？课程的组织又应该是理论的呢？心理的呢？方法的改进，又应该是道尔顿设计、文纳特卡呢？那一种思想的冲突，矛盾态度的游移彷徨，无论在教本的中间，讲读的时候和教育者的谈话里，随处可以发现；那一种教育设施的缓急不分，轻重倒置，无论在地方或在中央，处处都表现出缺乏一种根本的教育概念！^{〔4〕}

20世纪20—30年代也产生了很多教育思想，如晏阳初的平民教育思想、黄炎培的职业教育思想、陈鹤琴活的教育思想以及陶行知的生活教育思想。其中，以陶行知在科学教育

〔1〕 汤志钧．康有为大同书导读〔M〕．上海：上海古籍出版社，2008：270．

〔2〕 张木丹，王忍之．辛亥革命前十年间时论选集（第一卷·上册）〔M〕．北京：三联书店，1977：124—125．

〔3〕 George Ransom Twiss. Science and Education in China. The Commercial Press Limited, Shanghai, China, 1925: 29—30. 转引自：王伦信，樊冬梅，陈洪杰，解亚．中国近代中小学科学教育史〔M〕．北京：科学普及出版社，2007：100．

〔4〕 人化教育．儿童教育〔J〕．1933，Vol. 5（3）：133．

的实践和理论方面所做的探索最多,影响也最大。

2.1.5 陶行知的“生活教育”理想科学课程观

自1917年回国以后,陶行知(1891—1946年)就一直关注自然科学教育,并在推进中国的科学教育事业方面进行了大量的实践探索活动。据周玉枝考察,陶的生活教育理论形成于1921—1926年。^[1]从时间上来说,陶行知的科学教育活动促进了他的生活教育理论的形成。同时,他又将这一理论成功地应用于他的科学教育实践活动中。

1. 陶行知的科学教育实践活动

陶行知的科学教育实践活动包括:聘请美国科学家推士博士协助考察及改良中国科学教育(1922年,主要考察中学的科学教育),创办科学教员暑期研究会(1924年和1926年,参加者多为中学教师),创办培养“农夫的身手、科学的头脑和改造社会的精神”的乡村教师的晓庄师范学校(1927年),组织科学下嫁运动(1931年)。在科学下嫁运动中陶行知创办自然学园(1931年),组织科学家和科普作家编辑出版《儿童科学丛书》等科学教育教材和科普读物,创办儿童科学通讯学校(1932年,招收教师、学生、家长、师范生和识字的青年,旨在依据社会即学校与教学做合一之原则,补充他们的科学知能,修业期限为两年),创办空中学校(1932年)等。此外,1939年陶行知还为具有特殊才能的儿童创办类似“爱迪生的母亲”的育才学校。

以上科学教育实践活动可以分为三类:第一类是中小学科学教师的职前培养和职后培训,如晓庄师范学校从事的是中小学教师的职前培养工作,科学教员暑期研究会从事的是教师的职后培训;第二类是大众科学普及教育工作,如儿童科学通讯学校,其教育对象包括了各个年龄阶段的人们;第三类是对特殊儿童进行科学教育的实践工作。因此,从教育对象上来说,陶行知所从事的科学教育实践活动与杜威的科学教育实践活动有很大的区别。杜威创办的实验学校,学生为4~16岁的普通儿童,用杜威的话来讲,是“未成熟的人”。而陶行知的教育对象,各个年龄层次的都有,多以“成熟的人”为主。育才学校属于儿童教育的学校,但学生们并不是普通的儿童,而是具有“特殊才能”的儿童。陶行知在普及教育运动的实践中发现老百姓中有许多穷苦孩子有特殊才能,因为没有得到培养而枯萎了,这是民族的损失和人类的憾事。为了弥补这个缺憾,他创办了育才学校,以便“使得有特殊才能的幼苗不致枯萎,而且能够发展,就必须给予适当的阳光、空气、水分和养料,并扫除害虫”。^[2]

2. 陶行知的科学教育思想及理想课程观分析

通过对陶行知科学教育实践活动的分析,可以看出,陶行知的科学教育实践活动并不单以普通儿童为教育对象。严格来讲,其科学教育思想也不能称为儿童科学教育思想。有人认为陶行知的科学教育思想有几个特点:一是充分认识到科学教育在国家民族生存发展中的重要地位;二是科学教育要从儿童抓起,同时重视科学教员的培养;三是普及科学教育应与人民生活实际相结合,为“教人生利”,“教人造富”服务;四是重视科学道德教育;五是

[1] 1921年陶行知于暑假在金陵大学做“活的教育”的演讲时,首次明确提出“生活教育”的概念。1926年在为乡村教育研究会制定的《我们的信条》中提出了“生活是教育的中心”、“教育应当培植生活力”、“教法学法做法合一”,初步形成了“生活教育”理论体系。见周玉枝. 陶行知科学教育思想研究[D]. 上海师范大学研究生毕业论文, 1998: 10.

[2] 华中师范学院教育科学研究所编. 陶行知全集卷三[M]. 长沙:湖南教育出版社, 1985: 376.

珍视和依靠科学人才；六是以生活教育为基础进行科学教育，在科学教育中又融入和发挥了创造教育。^{〔1〕}从我们现在掌握的资料来看，这一总结还是比较全面的。第六点概括出了科学教育和生活教育之间的关系，但还不够全面。

陶行知的科学教育思想也是建立在学习教育理论上的。“生活是教育的中心”，所以科学教育是生活教育的一个组成部分，生活教育是科学教育的基础，也是归宿。“教育应当培植生活力”，所以科学教育的目的是培植科学生活力和创造力。在育才学校，他把科学应用力和创造力细化为初级16常能和高级7常能。^{〔1〕}“教学做合一”，陶行知提出：“种田要在田里做，就要在田里学，就要在田里教。‘教学做’有一个共同的中心，这个中心就是‘事’，就是实际生活；教学做都要在‘必有事焉’上用功”。^{〔2〕}

“生活”是杜威和陶行知教育理论中的核心概念，是两人开发课程的依据和归宿。但是，二者的内涵并不相同。对杜威来说，“生活”是指复杂的、进步的社会生活，这个复杂的、进步的社会与日常生活不同，是人类文明发展的高级阶段的民主社会生活。民主社会生活充满商业、政治、艺术、科学、宗教，其特征是政治自由、科学发达、产业发达、国际贸易发达等。而陶行知所谓的“生活”，是属于日常的“实际生活”。在《晓庄试验乡村师范学校创校概况》中，他又强调了这一点：“我们的实际生活，就是我们的全部课程；我们的课程，就是我们的实际生活”。^{〔3〕}这种实际生活在本质上与人民大众所过的日常生活是相一致的。在当时的中国，人民大众的生活实际上还是一种以农耕文化为基础的生活。其特点是政治不自由、科学不发达、工业产业不发达，贸易更是局限在很小的范围内，谈不上什么国际贸易。

因为“生活”的意义不同，所以，围绕“生活”开发的课程就有了区别。杜威的课程是一种融合了科学与人文的大综合课程；而陶行知的课程则将自然科学与人文社会科学分割开来，在各自的领域内实行小综合，如晓庄全部课程可以分为五个部分：“中心小学活动教学做”（占全部学习时间的一半，分为国语算术组、公民组、卫生组、自然组、园艺组、游戏娱乐组）、“校务教学做（学校的文书、会计、杂物、卫生、做饭等工作由指导员指导学生做）”、“征服自然教学做（包括科学的农业、造林、园林、基本手工、环境卫生和其他教学做）”、“改造社会环境教学做（去12个小村搞调查研究）”、“学生自动的教学做”。

“做”是陶行知和杜威科学教育中的一个重要原则，二者的含义也不尽相同。对杜威来说，“做”是建立在儿童探索、操作工具和材料、建造、表现欢乐情绪等先天倾向的基础上，儿童使用其天赋活动和自然的的活动获得经验的一种过程。“从做中学”的教学形式本质上属于“活动教学”，杜威将这些活动定义为“主动作业和游戏”。具体到科学学习上，“从做中学”是指“从应用科学的过程中学习科学”。在杜威的科学概念中，“科学”有时是指“科学方法”，其所谓的科学方法，包括假设、实验、抽象、概括等。所以，“从应用科学的过程中学习科学”也指“从运用科学方法的过程中学习科学方法”。而陶行知的“做”，是生活教育的教与学的中心，虽然他也强调科学方法，并且将杜威的反省思维修改为“行动生困难，困难生疑问，疑问生假设，假设生试验，试验生断语，断语又生了行动，如此演进于无穷”。^{〔4〕}但是，对陶行知来说，更多的是指“劳心上劳力”，做的特征是指一行动、二思想、三新价

〔1〕 吴一德．试论陶行知科学教育思想及其意义〔J〕．安徽教育学院学报，1996（1）．

〔2〕 王颖，俞启定．教学做合一：“做中学”思想的创新与继承〔J〕．中国职业技术教育，2006（243）．

〔3〕 陶行知．晓庄试验乡村师范学校创校概况．转引自：周玉枝．陶行知科学教育思想研究〔D〕．上海师范大学研究生毕业论文，1998（22）．

〔4〕 吴一德．试论陶行知科学教育思想及其意义〔J〕．安徽教育学院学报，1996（1）．

值之产生,做的最高境界是创造。由行动产生思,由思又产生行动,“真正之做只是在劳力上劳心,用心以制力”^{〔1〕}

那么,这个“心”和“思想”又是指什么呢?陶行知对此没有进行详细的论述。从陶行知的经历来看,^{〔2〕}他一生所接受的教育是以人文教育为主,并且受到了中国传统文化的深刻影响,因此,这里的“心”和“思想”本质上指的是中国传统的思维方式。可见,陶行知本人对“科学”的认识存在一定的局限性,这也就导致了他的科学教育思想的局限性,它来自科学技术与经济欠发达的农耕生活实际,更多地适合于农耕生活条件下的乡村。其教育思想着重倡导农业科学技术,而忽略了以机械生产为代表的工业科学技术和复杂社会的其他生活。虽然陶行知也非常强调科学试验,但是受其传统思维方式的影响,他并没有意识到科学方法在学习科学中的重要作用,其科学教育实践活动还停留在知识教育的层面。1942年,陶行知在育才学校指导学生学习生物时,用3个问题来开始引导学生的学习:“南瓜是怎样长出来的?绿叶对于南瓜之长大有什么关系?南瓜有雄花、雌花,这两种花各有什么作用?”^{〔3〕}这3个问题还不能算做真正的科学探究问题。而纵览陶行知的著作,我们也很难看到他本人像杜威那样对科学方法、科学思维的长篇论述。因此,陶行知本人在科学上存在的模糊认识,致使其科学教育思想不可避免地带有时代和中国文化传统的局限性。

3. 后陶行知时代的理想课程观

虽然陶行知的科学教育思想带有时代和中国文化传统的局限性,但它毕竟是从近代中国教育实践中诞生的一种科学教育思想。如果继续深入发展下去,对中国科学教育的改观想必会有极大的促进作用。新中国成立之后,陶行知的教育思想遭到了否定。据俞启定先生回忆,在当时的政治环境和意识形态的支配下,政府开展了对杜威的资产阶级实用主义哲学的批判运动,杜威的中国弟子也受到批判和否定。^{〔4〕}杜威的教育思想,连同来自西方世界的教育理论和课程理论也一并打入冷宫。苏联教育思想和理论成了新中国唯一被官方允许学习的外来经验,其鲜明的无产阶级教育特性,被同样持有共产主义理想的新中国执政党用于改造旧中国遗留下来的教育。

就自然教育而言,前苏联的自然教育理论和实践被引入中国。例如,小学低年级的自然课不单独设课,而是安排在语文课里,由语文老师来上。除了鲜明的政治倾向性外,苏联自然教育理论在传授知识的同时,非常注意发展“儿童的求知欲和智力”,以及儿童的“逻辑思维”和“逻辑语言”,强调“使儿童认识一些儿童能够理解的(自然)事实”,强调在理解事物、现象的一般本质特征时发展学生的“概念”,强调在自然教学中巧妙地给儿童提出一些促使儿童思索所观察现象的问题,鼓励儿童发表各种假定并用实验和议论的方法加以验证,强调首先发展儿童的思维能力和语言能力,使儿童能够独立地思想和明确地用言语表达自己的思想。^{〔5〕}这些教育思想自成体系,在某种程度上,与西欧的自然教育思想是相通的。但是,“硬搬”来的前苏联教育思想在脱离了产生它的文化土壤以后,还没来得及在异域文化中生根发芽就迅速地凋零了。在中国与前苏联的关系恶化以后,理想科学课程出现了短暂缺失。

〔1〕 屠棠.教学做合一的实践性特征与对知识的透彻理解[J].南京:南京晓庄学院学报.2004,Vol. 20(2).

〔2〕 周玉枝.陶行知科学教育思想研究[D].上海师范大学研究生毕业论文,1998(8).

〔3〕 陶行知.写在《植物小世界》创刊号之后.华中师范学院教育科学研究所编.陶行知全集卷三[M].长沙:湖南教育出版社,1985:474.

〔4〕 俞启定.王颖.杜威教育学派与中国教育[M].北京:北京理工大学出版社,2007:序.

〔5〕 斯卡特金.自然教学法[M].范钦安,译.上海:正风出版社印行,1953:13,56.

2.1.6 刘默耕的“科学启蒙教育”理想科学课程观

虽然 1978 年党中央拨乱反正恢复了被破坏的教育秩序,但直至 80 年代初,满足儿童本性需要和自然兴趣的教育,仍然被视为资产阶级的个人主义思想而受到批判。例如,辛安亭(1904—1988 年)^[1] 在 1979 年 6 月撰写的《陕甘宁边区小学及农村文化教材的几点体会》中写道:

近代有些资产阶级教育家提倡在小学教材中,用儿童语言,写适合儿童的内容,这是一个很大的进步。但是他们却把儿童与社会生活割裂开来,认为儿童的精神世界是一个独立的世界,主张用荒唐的神话、童话、故事来教育儿童,以满足儿童本性的需要和自然的兴趣。他们认为这是儿童生长、发展的最好的教育,反对在童话、故事中放进积极的思想意义与社会生活的要求。这样强调顺应儿童本性的自然发展,势必将儿童引向个人主义的道路,这是资产阶级的教育思想。^[2]

党的十一届三中全会后,中国进入以经济建设为中心的新的历史发展时期。国外的,尤其是西方国家的一些先进的教育理论也再次被陆续引入中国。在与国际科学教育界学习和交流的基础上,中国著名自然教育家刘默耕^[3] (1922—2000 年)逐渐形成了启蒙教育的理想科学课程观。^[4]

科学教育的目标,即学校应当试图达到什么教育目标,是对儿童进行科学启蒙教育。那么提供什么教育经验最有可能达到这些目标?刘默耕认为:小学自然的教学内容(认识对象)包罗万象,貌似无序而实则有序。这个明晰的体系结构,以“人及其环境”的知识体系结构比较可取。因为小学自然学科的认识对象是自然界,最为简洁的结构是按人们直观的自然界的构造来把握。所谓人们直观的“自然界的构造”是个什么样的构造呢?它是地球上的人睁眼一看直观所见的自然界的面貌(如图 2-1 所示)。儿童在小学阶段学习的科学只是“初步认识自然界”,并非学习系统的各门自然科学。小学儿童所认识的自然界,乃是立足于地球所观察到的自然界,它是以“人”为中心的,是从“人”的需要出发来认识的。因此,我们可以把“人”以外的一切,深至地心,远至无限宇宙,都看做“人的环境”。

按照“人及其与环境的正确关系”这种知识体系结构来认识自然界,实际上是让儿童亲历一次人类科学史早期的历程。这也是发展儿童的认识能力必经的初级阶段,比较适合儿童“初步认识”的特点。此外,这一结构的意义还在于它比较简约,易于把握,比较易于联系本地实际,还比较灵活,“需则学之,不需则免”,不致因追求某种系统性的完整而加大深广度,还可以避免多元分类可能带来的惶惑莫衷一是。

怎样有效组织这些教育经验?关于课程设置,刘默耕认为,自 1903 年兴办新学校以来,

[1] 辛安亭,1929 年中学毕业后在山西祁县中学教语文两年,1931—1935 年 7 月就读于北京大学历史系,1939 年 2 月在延安加入中国共产党,同年 7 月被分配到陕甘宁边区教育厅教材编审科工作。1938—1949 年 6 月,负责编写解放区中小学教材。1951 年 8 月出任甘肃人民教育出版社副社长、副总编辑,与叶圣陶承担起了新中国第一套统编中小学教材的编纂工作。1956 年新中国第一套统编教材终于全部出版,投入使用。

[2] 辛安亭.编写陕甘宁边区小学及农村文化教材的几点体会(1979 年 6 月)[A].教材编写琐忆[C].西安:陕西人民出版社,1981:64.

[3] 刘默耕,1949 年毕业于西南联合大学(清华大学)数学系。他曾先后在解放区行知学校和北京育才小学任教,后调往人民教育出版社工作,并先后担任生物自然室编辑、编辑室副主任等职。在人民教育出版社工作期间,曾任全国中小学教材审定委员会自然学科审查委员、九年制义务教育小学自然教材的顾问,亲自参与起草建国后历次小学自然教学大纲,并主持编写历次小学自然课本、教学指导书及师范学校自然教学法等书。

[4] 这部分论述所引文献自:刘默耕.小学自然四十年的几点反思[J].课程·教材·教法,1988(12).

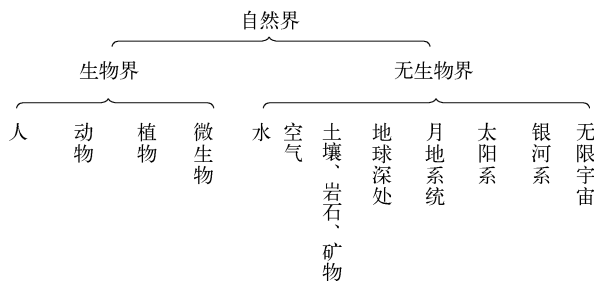


图 2-1 小学自然学科的认识对象

人们对小学儿童应当从一入学就进行科学教育的做法是毫无争议的。但中国 20 世纪 50 年代引进苏联自然教材，生搬硬套，一至三年级通过语文课学完生物界自然和地球上的四季现象，然后四年级学习无生物界自然（水、空气、矿物、土壤），这种做法不符合中国国情。结果，初小阶段的自然教学落了空。因此，要使低年级的科学教育不落空，必须单设自然学科。关于教学方法，刘默耕认为从精神实质看，美国哈佛大学兰本达教授和她的合作者创立的“探究－研讨”是以辩证唯物主义的认识论和历史唯物主义的群众路线作为哲学基础的。“探究－研讨”教学方法倡导了 6 个方面的“相互作用”：认识的主体与客体间的相互作用；主体群体各成员间的相互作用；师生之间的相互作用；中介材料（即“有结构的材料”）与客体和主体间的相互作用；主体个体的思维和语言间的相互作用；内部语言和外部语言间的相互作用。这很值得我们认真研究借鉴，吸取其精神实质、理论原则，发展出既适合中国国情又保持在世界前沿位置上的材料结构及具体实施办法。在刘默耕看来，自然课上由儿童自己通过观察、实验、考察，搜集关于认识对象的事实材料，又通过集体研讨，对这些材料进行整理和加工的教学方法，可以“让孩子们在 40 分钟内，经历人类历史上几十年，甚至几百年的科学历程”。^{〔1〕}

概以言之，在科学被引入之前，中国只有以道德教化为目的，以人文知识为内容的儒家理想课程。19 世纪末，才出现了具有科学教育萌芽的“中体西用”理想科学课程观。此后，在长达百年的时间里，仅出现了两三个理想科学课程观。20 世纪初，学贯中西、深得科学真义的严复提出了“物理科学为当务之要”的理想科学课程；20 年代，在中国社会结束了列强入侵和混乱内战后的第一个平稳发展时期，受西方教育理论的影响，陶行知提出了“教学做合一”的理想科学课程观；80 年代，中国社会再次进入一个平稳发展时期，刘默耕提出了小学科学教育的“启蒙教育”理想课程观。这三次理想课程观，都是在中国科学技术需要大发展的社会情境中提出的，都由教育界人士而非科学家提出，其中严复对科学所持有的正确认知，超越了他所处的那个时代。前两次的理想课程出现的时间跨度不到 20 年，陶行知和刘默耕的理想科学课程出现的时间跨度超过了 50 年。三次理想科学课程都受到了国外，尤其是美国教育思想的影响，这显示了国产理想科学课程的匮乏。

2.2 正式课程几经变更

在 1902 年清政府颁布《钦定学堂章程》设立小学堂之前，长达两千多年的封建历史时代，儿童教育被称为“蒙学”。虽然历朝统治阶级几乎都未曾对蒙学教育的课程、内容和目

〔1〕 姜允珍．他永远活在我们的心里——缅怀敬爱的刘默耕老师〔J〕．小学自然教学，2000（7-8）．

标做出过统一的和明确的规定，但是通过设立国家选拔人才的各种机制（如科举制等），间接地控制了蒙学的教育目标、内容和课程设置。

“蒙学”的教育任务一直由私塾来承担，私塾先生拥有相当大的办学自主权和课程决策权。因为进入私塾就学的儿童一般都被规定明确的，也几乎是唯一的目标，那就是日后参加科举考试求得功名利禄。私塾的教学内容安排有学习启蒙识字、培养个人文学能力的诗文，还有考试必考的四书五经。课程学习主要围绕践履儒家日用伦常，讲解并背诵儒家经文大义进行。例如，1847 年的一份家塾课程描述了儿童当时的学习：早起，少长以序，入塾拜先师神座，毕，谒拜师长，请安毕（应对进退礼节，以管子《弟子职》、朱子《小学》为主），理昨日生书、带温书一卷，背。上生书，师长先依经讲解逐字实义，毕，再讲实字虚用、虚字实用、本义有引申、异义有通假之法（以《说文解字》、《尔雅》、《广雅》、《玉篇》、《广韵》为主。）^{〔1〕} 元初，出现了程端礼的《程氏家塾读书分年日程》，影响及于三代（熊明安，1989 年），是元明清三朝私塾教育最典型的“教学计划”。但从国家层面来说，从来没有制定过一个针对儿童教育的统一的教育计划。又因为独尊儒术文教政策和科举制的影响，自然科学类的知识长期被排挤在儒家教育系统之外，这种状况一直维持到清末引入近代学制为止。

下面将从课时等三方面考察自然课程在国家课程文件中几经变更的命运。^{〔2〕}

2.2.1 自然课程课时长期低于语文、数学课时

为了了解清朝时期小学格致课程设置情况，笔者考察了 1902 年和 1904 年的课程文件《钦定学堂章程》^{〔3〕} 和《奏定学堂章程》，绘制了小学的课程表。这两个课程文件实质上还是保留着纲常礼仪的封建思想，课程设置依然以“中学”——“修身、读经讲经、字课、中国文字、史学”为主（见表 2-1）。进步的地方在于，癸卯学制将自然科学知识从“西学”中分离出来，单独设立为“格致”，这是科学教育首次正式进入国家课程领域，但一周一个年级只能上 1 个钟点的“格致”课，五个年级共有 5 个钟点，课时比例只有总课时的 3% 左右。

表 2-1 中学、西学格致课程钟点及占总钟点之比例比较

学 制	总 钟 点	中 学 (%)	西 学 (%)	格 致 (%)
壬寅学制	504	347 (68.8)	153 (30)	0 (0)
癸卯学制	150	95 (63.3)	55 (27)	5 (3.3)

为了更加直观地了解中学、西学和格致课时比例，由表 2-1 生成了柱形图 2-2。从图 2-2 中，我们可以更加直观地看出科学课程（格致）课时所占比例以及中学和西学差距之大。

为了了解民国时期自然课程设置情况，笔者又考察了 1912—1948 年的课程文件，绘制了课程表，计算出国语、算术和自然课程占总课时的比例，见表 2-2。为了更加直观地了解三科课时比例，由表 2-2 生成了图 2-3。

〔1〕 龙启瑞. 家塾课程. 舒新城. 中国近代教育史资料（上册）〔M〕. 北京：人民教育出版社，1961：86.
〔2〕 所引文件出自：课程教材研究所编. 20 世纪中国中小学课程标准·教学大纲汇编〔M〕 和 20 世纪中国中小学课程标准·自然·社会·常识·卫生卷〔M〕. 北京：人民教育出版社，2001（部分标注页码）.
〔3〕 按照 1902 年《钦定蒙学堂章程》和《钦定小学堂章程》的规定，儿童年满 6 岁入蒙学堂，修业 4 年。年满 10 岁入寻常小学堂，修业 3 年，然后入高等小学堂学习。因此，所考察的 5~12 岁儿童的教育，涵盖了蒙学堂和寻常小学。

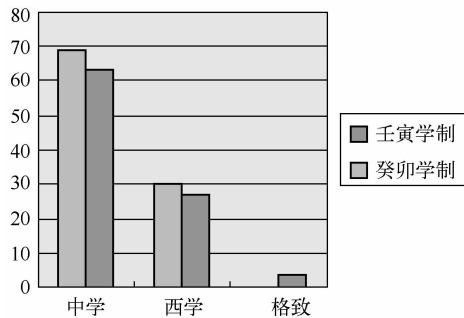


图 2-2 中学、西学、格致课程比例比较

表 2-2 民国时期国语、算术和自然课时，占总课时的百分比及三科课时比例一览表

课 程	1912 年 (%)	1923 年 ^{〔1〕} (%)	1929 年 (%)	1936 年 (%)	1942 年 (%)	1948 年 (%)	平均 (%)
国语	50(48.1)	60	18(27.1)	42(34)	44(33.5)	44(34.5)	39.5
算术	22(21.2)	10	7.5(11.3)	16(13)	17(12.9)	17(13.3)	13.6
自然	0	16	6(9)	11(8.9)	8.25(6.3)	6.5(5.1)	7.6
三科之比		3.8:0.6:1	3.0:1.3:1	3.8:1.5:1	5.3:2.0:1	6.8:2.6:1	5.2:1.8:1

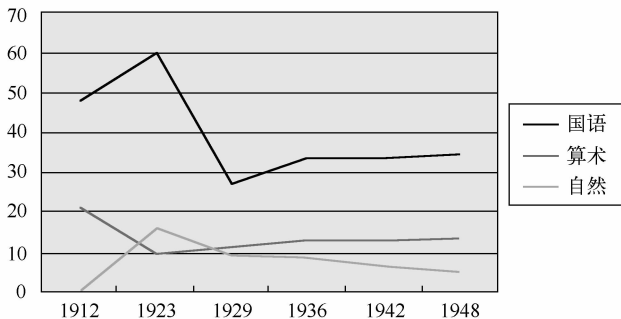


图 2-3 民国时期三科课时比例变化图

在计算自然课时时，笔者遭遇了很大的困难。自然课在课程设置中几番变化：或不设置（1912 年），或隐形于常识课中（1936 年，低、中年级常识科，包括社会、自然和卫生的知识部分；1948 年，自然与社会由公民、历史、地理一起组成常识课），或兼顾其他教育（1942 年，高年级自然科含有卫生的知识部分），或被其他课程兼顾进行教育（这种情况发生在建国后的 1952—1963 年，中低年级在语文课中进行自然教育）。这一几经变更的生存状况，使得自然课程失去了其作为一门课程的独立性。“自然”若隐若现的情况，也为笔者在计算课时时设置了很多障碍。笔者需要小心翼翼地将其从“常识”中剥离出来，有时是将常识课时分配给自然一半（如 1936、1942 年）；有时候，却只有四分之一（1948 年）；只有 1923、1929 年的自然课是单独设科，但还需要用一些时间来学习“地理”方面的内容，用一些时间来上“园艺”（1923 年）或个人卫生（1929 年）。

表 2-2 和图 2-3 显示，自然课时比例在 1923 年时达到了最高，占总课时的 16%，且高于算术的课时比例。而在其他时候，自然课课时都是三科之中最少的。

〔1〕 本课程标准在核定课时时，采用了百分比的形式，没有给出各科的实际课时。对于每日每日上课节数，也没有做硬性规定，只是建议视课程性质，安排 30 分钟、45 分钟或者 60 分钟为一节。

为了了解建国以后自然课程设置情况，笔者考察了1952—1994年的课程文件，绘制了课程表，计算出国语（语文）、算术（数学）、自然课时和占总课时的比例，见表2-3。

表 2-3 中华人民共和国时期小学国语、算术和自然课时，占总课时的百分比及三科课时之比一览表^{〔1〕}

年 份	国语（%）	算术（%）	自然（%）	三科学时比例
1952	39.3(47.3)	20.3(24.4)	3.8(4.6)	10:5:1
1953	76(48.7)	40(25.6)	4(2.6)	19:10:1
1955	66(44.6)	40(27.0)	5(3.4)	13:8:1
1957	68(44.7)	36(23.7)	4(2.6)	17:9:1
1963	82(45.6)	45(25.0)	4(2.2)	21:11:1
1978	53(40.8)	32(24.6)	4(3.1)	13:8:1
1981	52(40.3)	32(24.8)	6(4.7)	9:5:1
1988	50(34.5)	29(20.0)	8(5.5)	6:4:1
1992	51(34.9)	29(19.9)	8(5.5)	6:4:1
1994	49(34.5)	29(20.4)	8(5.6)	6:4:1
平均	41.6%	23.5%	4.0%	10:6:1

为了更加直观地了解三科课时比例，由表2-3生成了图2-4。

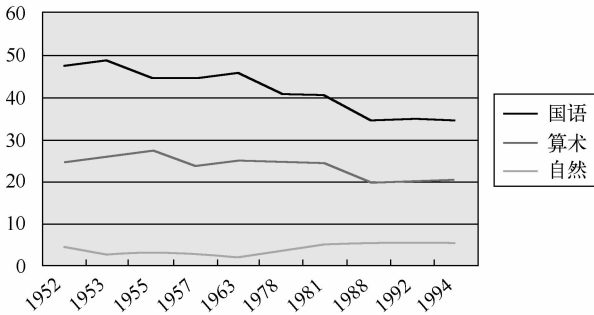


图 2-4 新中国成立后三科课时比例变化图

将表2-4和表2-5合在一起，制成柱形图2-5。

为了了解民国时期和新中国成立后三科占总课时平均的课时比例，绘制了图2-6。

一百多年来，自然课时最高年份是1923年。1923年的课程文件编制于1922年，这一年，杜威在中国讲学一年，孟禄考察中国，中国教育实践异常活跃。当年课程纲要的制定不可避免地带上了时代烙印。其进步之处（可能也是它的历史局限性）是：它只规定了课程占总课时的百分比，没有明确规定学时，需要根据纲要中的百分比核算周授课时数；提供了灵活的课时，学校和教师可以根据教学内容加长或缩短学时，为自然、技术教育提供了课时上的便利。但这一做法只使用了五六年，1929年又恢复了规定学时的做法。建国以后，自然课的课

〔1〕 教育部1952年3月18日颁发试行《小学暂行规程》（草案）规定“小学第一、二、三学年不设常识科，教师应将自然、社会等常识，在语文及其他各科教学和课外活动中联系进行”。1954年2月15日教育部《关于颁发小学“四二制”教学计划（修订草案）的通知》，重申了这一规定：“初级小学不设常识科。历史、地理、自然、卫生等常识，基本上包括在语文阅读课中进行，其余各科亦应随机进行常识教学。”1963年又废除在语文课中进行自然常识教育的做法。这是导致1952—1963年语文课时比例居高不下的主要原因。

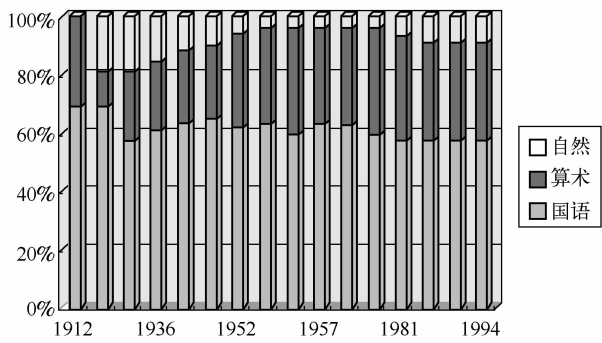


图 2-5 1912 年以来三科课时比例变化图

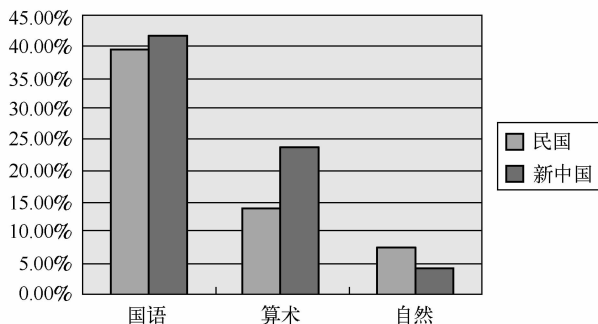


图 2-6 民国和新中国成立后三科课时平均比例变化图

时始终没有超过 16%，一直徘徊在 4% 左右。对清朝、民国和新中国成立以后三个时期国语、算术、自然的课时比较发现，自近代学制建立以来，自然的课时就一直低于其他两科，最低时达到了语文的 $\frac{1}{13}$ 、算术的 $\frac{1}{11}$ 。且建国以后自然课程的平均课时比例低于民国时期的平均水平（如图 2-5 所示）。1964 年《关于调整 and 精简中小学课程的通知》又将高小的自然和其他四门课改为一年学完，以减轻中小学学生课业负担和提高教学质量。20 世纪 80 年代自然课程实现了独立设科，但是其课时比例依然低于语文和算术，处于类似于美术、体育等的“副科”地位。

一百多年来，自然课程未能独立设科的历史际遇和任意安排的遭遇，揭示出这门课程在小学课程系统中“可有可无”的尴尬处境。

2.2.2 自然课程的课程目标、内容和教学方法几经变更，未形成一个一脉相承的教育传统

1. 教育目标·课程目标

教育目标反映了国家对于人才培养的总的要求，是制定课程目标的一个依据和重要参考。为了更好地理解小学自然课程目标的演化，我们很有必要简要回顾一下课程文件中教育目标的演化。

1902 年《钦定学堂章程》提出了小学教育的目标在于“浅近知识培养”、“道德教育”和“养护身体”的智育、德育、体育三育目标。1904 年《奏定学校章程》中提出“强迫教育”和“国民教育”的概念后，将知识范围扩大为“人生应有知识”，增加了“明伦理、爱国家”的道德要求，并且强调小学教育对于开启国民之智愚、强盛国家的重要性。

这可以说是近代教育救国思想在课程目标上的最早体现。这两个文件中所倡导的“三育目标”一直延续到民国结束。只是在不同年代，为适应于不同社会发展状况，“三育”内容在文字表述上有所不同。例如，1912年《小学校令》总纲中规定：“小学教育以留意儿童身心之发育，培养国民道德之基础，并授以生活所必需之知识技能为宗旨。”20世纪20年代，杜威的实用主义一度风行中国。由胡适主持的1922年的新学制，提出了适应社会进化之需要、发挥平民教育精神、谋个性之发展、注意国民经济力、注意生活教育等7项教育改革标准，充分体现了杜威的教育哲学，加强了教育与社会发展、教育与个人发展及教育与经济发展的密切关系。

到了1936年，“生活所必需之知识技能”又被细化为“增进运用书数及科学的基本知能”和“训练劳动生产及有关职业的基本知能”两个分目标，反映了当时教育界对于科学素养培养、技术与职业教育对于个人生活的重要性的认知，体现了教育为现代科技社会服务的意识。而这两个分目标中的后者，在新中国的教育方针中被重新表述为“教育与生产劳动相结合”，受到了政府同样的重视。例如1957年，毛泽东提出，我们的教育方针，应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。1958年，党中央进一步规定了“教育为无产阶级服务，教育与生产劳动相结合”的方针。1963年3月23日《中共中央讨论试行全日制中小学工作条例草案和对当前中小学教育工作几个问题的指示》中强调：“教育事业必须适应以农业为基础，以工业为主导的发展国民经济的总方针，直接地和间接地为这个总方针服务。中小学教育要在提高农村文化和提供技术后备力量方面，大力支援社会主义农业建设”。但“书数及科学的基本知能”在党中央的教育方针中仅强调了前者，如上文提及的1963年的文件指出在中小学阶段“必须十分重视德育……在智育方面，小学阶段必须重视语文和算术的教学……还要适当注意体育”，而“科学基本知能”目标则在课程文件中消失。

到了20世纪70年代末，科学教育重新被写入小学教育的总目标中。与之前强调“知能”不同的是，此后的总目标强调了“科学基础知识”教育和“爱科学”的情意教育。例如，在1978年的《全日制十年制小学教学计划试行草案》中，有了“学好先进的文化科学基础知识”的表述，1981年课程文件强调了“科学志趣”——“培养少年儿童从小爱科学、学科学、用科学的志趣”。80年代，鉴于国内和国际形势发展的需要，党中央提出了“教育要面向现代化、面向世界和面向未来”的战略思想，作为现代化重要特征和代表的“科学”再次受到重视。1992年九年制义务教育《自然教学大纲》，强调了培养学生“爱科学的思想感情”。

新中国建国后，教育方针政策延续了毛泽东早年教育为政治服务和培养有文化的劳动者的教育思想。这些政治主张成为小学教育目标制定的重要依据和来源。初创新学制时提出的“三育”，在建国以后，被扩展为“四育”和“五育”。1952年《小学暂行规程》（草案）中明确提出了实施智育、德育、体育和美育四方面的“全面的基础的教育”。1955年全国文教会议确定了对中小学实施基本生产技术教育的方针，小学教育的目标扩大为德、智、体、美、劳“五育”。从那时起，“五育”的目标一直延续到20世纪90年代。“文化大革命”期间，劳动教育被提高到了一个极其不合适的地位，其他“四育”成为劳动教育的附庸而受到了忽视。

20世纪初，小学自然课程目标仅仅停留在“物质上之知识”教育的层面，停留在“动其博识多闻之慕念”，用现在的话来说，就是激发学生学习科学的兴趣层面。后来又扩展为使儿童为未来生活做好准备，如《奏定初等小学堂章程》在“格致要义”中规定了课程

目的,旨在“使知动物、植物、矿物等类之大略形象质性,并各物与人之关系,以备有益日用生计之用”。三十多年之后,课程文件之中才首次将“科学的基本知能”纳入小学教育的总目标中。尽管从20年代开始一直到解放前,以中国科学社为代表的社会团体和以任鸿隽为代表的科学家等个人,对科学教育的目标进行了深入的讨论和研究,^[1]但是这些成果并没有在课程文件中得到及时、充分的体现。先进的科学教育思想无法进入课程文件中,导致课程目标中的“科学的基本知能”停留于一个形而上的名词层面,而没有形成一个由具体目标支撑的概念体系。

直到1982年,由刘默耕负责主持编写的新大纲“总算初步跳出了20世纪40年代的窠臼,走向了世界60、70年代的改革目标”。在1982年的自然教学大纲中,“学科学、用科学的能力”,具体化为“观察能力、实验能力、逻辑思维能力、想象力和创造力”,其目标从过去对儿童进行辩证唯物主义世界观的教育要求,改为“受到科学自然观的教育”,以凸显科学与哲学课的区别。1992年的课程目标指出小学“自然”的课程目标为:“使学生初步认识自然界常见的物体和现象,初步了解人类对自然的利用、改造、保护与探索,培养学生爱科学、学科学、用科学的志趣和初步的观察、动手能力,使学生受到爱家乡、爱祖国、爱大自然和相信科学,破除迷信的教育。”同时,对应于知识部分和实验部分,分别规定了不同层次的教学要求。除了知识目标,全日制九年义务教育大纲还对能力目标和价值观、态度目标做了相应的结构设计和规定。与知识目标一样,能力目标和情意目标也被分为3个层次,作为3个年级段(低、高、中)的课程设计指南。

纵观中国20世纪以来,随着社会政治体制的变动,小学教育目标经历了一个变动中趋于稳定,稳定中又有些扩展的变化趋势。其中在总目标中首次明确地提出科学教育的目标是在1936年,该目标一直延续使用到1949年后终止。新中国成立后,由于国家教育方针的调整,科学教育未能在教育目标中出现,直至70年代末才被重新提出。至90年代,开始强调“科学基础知识”教育和“爱科学”的情意教育。

2. 课程内容

1904年,《奏定初等小学堂章程》在“格致要义”中规定了教学内容“第一、二年讲乡土之动物植物矿物,凡关于日用所必需者使知其作用;第三、四年讲重要动物植物矿物之形象,使观察其生活发育之情状;五年级讲人身生理及卫生之大略”。其中涉及植物、动物、矿物、人体生理及卫生四个领域的内容,随着时代的发展,后来又增加了物理、化学方面的内容。以学科知识为架构的内容框架一直延续到20世纪末,甚至在21世纪的课程标准中,科学教育内容依然不出物理、生物、地球与宇宙三大学科领域。20世纪50年代,中国学习前苏联经验,自然教育重点放在了生物学学习上。例如,1956年的自然教学大纲,明确规定了初小阶段通过语文课进行的自然教学内容,初小学习“生物界自然”,高小学习“无生物界自然”。由于教学时间、教师、教材等都不落实,初小阶段的科学教育,实际上普遍落了空,无形中受到很大损失。^[2]

刘默耕在比较1978年和1982年两个自然课程教学大纲时指出,“旧大纲它是以书本知识,就是‘本本’为认识对象,新大纲是以活生生的自然界作为认识对象”。自然教育不

[1] 中国科学社对科学教育的讨论,详见:霍益萍,等. 科学家与中国近代科普和科学教育——以中国科学社为例[M]. 北京:科学普及出版社,2007:108—112;任鸿隽等个人对科学教育的见解,详见:金忠明,等. 中国近代科学教育思想研究[M]. 北京:科学普及出版社,2007.

[2] 刘默耕. 小学自然四十年的几点反思[J]. 课程·教材·教法,1988(12).

是教给儿童一些浅近的自然科学知识，而是要指导儿童认识自然界。^{〔1〕} 1992 年制定的新大纲知识内容由 4 个系统 8 个单元组成。4 个系统分别是：生命科学、地球科学、物质科学、宇宙和空间科学。8 个单元分别是：生物、人体、水和空气、地球、力和机构、声光热、电和磁、宇宙。8 个单元的知识内容又按由浅入深、由易到难、由具体到抽象的规律分为 3 个层次，分别安排在低年级、中年级、高年级 3 个年级段中，初步做到了知识目标的结构化和系统化（李培实，1993 年）。

3. 教学方法

关于教学方法，自有课程文件开始，就非常强调教授和讲解。《奏定初等小学堂章程》中提出“凡教授儿童，须尽其循循善诱之法”、“凡教授之法，以讲解为最要，讲解，明则领悟易”。这种教学方法自那时起便统领了中国教育天地。乡土教育是德国自然教育的特征之一，也被《奏定初等小学堂章程》引入：“惟幼龄儿童，宜由近而远，当先以乡土格致。先就教室中器皿、学校用品、及庭园中动物植物矿物（金石煤炭等物为矿物），渐次及于附近山林川泽之动物植物矿物，为之解说其生活变化作用，以动其博识多闻之慕念。”乡土教学方法是产生于德国文化土壤中的一种综合教育思想和科学教学方法，为了保证此方法的落实，德国各州的教学大纲中对实施乡土教育都做出了详细的规定，国家每年还要组织教师进行培训。但《奏定初等小学堂章程》中只是提出了这一方法，对如何使用才能达到教育目标并没有予以详细说明。“以乡土材料为出发点”进行自然教学的方法一直延续至 1950 年。

1929 年，除了从乡土出发以外，《小学课程暂行标准·小学自然》中对于小学自然教学方法还专门做了多方面的规定，如规定在教学上教师的任务是：

（甲）供给自然材料，引起儿童的好奇心和兴趣，刺激他们，使他们发现需要解决的问题，作探讨或观察的活动。

（乙）引导儿童用自己的方法，进行此种活动，至于成功。

（丙）再引导他们向前，使他们由这种活动所得的经验，继续开展和加深起来。

（丁）在一种研究结束时，要提示对象所具有的自然美和它的普遍法则，使儿童知所欣赏和爱护（p13）。

这些做法被 1929 年至新中国成立前的历次课标所采用。1932 年的课程标准首次针对 2 种不同教材，对如何引导儿童提出了 2 种合适的教学方法。1936 年又将其扩展为适用于 4 种不同教材的教学方法：

令儿童反复练习的部分（例如文字的认识、记忆，写字的纯熟，地名、人名、年代等的熟习，算术的熟习，歌曲的练习等），应当使用“练习教学”的方法；

令儿童精密思考的部分（例如各科中所发现的问题，历史事实的因果，日常生活上所发现的疑难等），应当使用“思考教学”的方法；

令儿童欣赏的部分（例如故事、诗歌、歌曲、美术品、自然风景等），应当使用“欣赏教学”的方法；

令儿童发表的部分（例如故事的表演，工艺的制作，文章的创作，图画的制作等），应当使用“发表的教学方法”（教学大纲汇编，p134 - 135）。

课程文件对如何使用这些方法做出了详细规定。对于科学教育而言，需要儿童的“精密思

〔1〕 自然课改革的突破口——学习刘默耕小学科学教育思想之三〔J〕. 小学自然教学，1999（11）.

考和发表”，适用的教学方法分别为“思考教学法”和“发表教学法”，具体见表 2-4。

表 2-4 思考教学法和发表教学法的内容一览表

思考教学法	发表教学法
令儿童精密思考的教材	儿童发表的教材
<p>(1) 要常用以下步骤辅导儿童： 动作——发觉困难——审定困难点所在——列举解决困难的种种方法——选择一个最有效的方法实验——屡试屡验之后再下断语</p> <p>(2) 教员不宜心急，不宜代行，不宜专断，应让儿童从容思考</p> <p>(3) 应切实指导儿童如何动作，如何搜集材料和整理材料</p> <p>(4) 养成儿童尊重客观规律事实而不固执己见的态度和习惯</p>	<p>(1) 要计算儿童能否做得成功，引导他们选择能做的做</p> <p>(2) 要取易得结果、易达目的的题材</p> <p>(3) 要有所欲达目的的周详计划</p> <p>(4) 在制作的时候，教员应设法鼓励儿童，酌量帮助儿童，以使儿童做成功，并且满意</p> <p>(5) 无论成绩好坏，一定要照着计划做下去，使有结果</p>

初看这 4 种教学方法，颇有些现代教学法的味道。尤其是表 2-4 列出的 2 种教学法，如果把它们和杜威的反思思维方法和“从做中学”的方法对照一下，不难发现，两者之间有很多地方是很相似的。而且，思考教学法可以明显地看出它将杜威的反省思想之过程和陶行知“行是知之始”思想有机地结合起来了。虽然我们无法想象这样的教学方法在课堂上被运用的程度，仅从文本分析，足见 20 世纪 30 年代中国教育界对于杜威理论的吸收和本土化改造工作所做的努力和所取得的成功。但这些教学法在新中国成立以后的课程文件中消声匿迹。取而代之的教学方法主要是“注重引导儿童自行探求知识和应用知识”（民国文件中的表述为“引导儿童用自己的方法”、“引导儿童自己设法进行活动”）、“加强观察和实验”。例如，1986 年《全日制十年制小学自然教学大纲》中提出：

教师要尽可能地启迪诱导儿童去自行探求和应用知识。不要单纯地向儿童灌输现成知识。对于那些不可能或不必要由儿童探求的知识，当然可以直接传授（p90）。

有人认为“注重指导儿童自行探求知识和应用知识”是具有中国特色的、较成熟的小学科学教育理论和操作模式，它将自然课由知识性课程转变为教育性课程；将自然课的认识对象由书本改变为自然界的客观现象和事物；引导学生分析事实中形成结论（姜允珍，1988 年）。“自行探求或获取知识”的教学指导思想沿用至 20 世纪 90 年代。例如，1992 年自然教学大纲中还提出“注意指导学生学会自行获取知识”。需要指出的是，让“儿童自行探求或获取知识”的提法是有问题的，它与人类求知的历史事实和求知过程不相符合。尤其是科学知识的获得，总是与一定的方法联系在一起。如果不教会儿童求取知识的方法，他们又怎么能够获得知识呢？“自行探求”与严复倡导的“自明”也不同。严复主张“自籀”和“自用耳目”，在试验的基础上“自推”，以达到“自明之理”。这里的“自籀”，指的就是科学研究上的演绎法和归纳法。

“观察和实验”作为教学方法，最早见于 1942 年的《小学高级自然科课程标准》，此后历年的课标都强调这一点。1977 年《全日制十年制小学自然常识教学大纲》提出“加强观察和实验”，认为：

观察和实验是传授自然常识的重要手段，是自然常识教学的重要组成部分，教学中要尽量采用观察和实验，避免单纯地讲解阅读课文。

在观察、实验过程中，教师必须善于引导学生比较、分析在观察和实验中所看到的事物和现象，进行归纳、概括，得出结论，这不但可以使 学生获得生动具体的知识，而且有助于培养学生观察问题和分析、解决问题能力（p72）。

两相比较可以发现，民国时期的自然教学方法的规定较为详细，已经关注到了自然教学无论采取何种办法，最终是要发展学生的思维。而新中国成立以后的自然教学方法的规定较为笼统，较少关注对学生思维的培养。可见，这段时间里自然教育传统出现了断裂，也迷失了发展的方向。

2.2.3 自然课程发展的相关规定未得到继续传承

如果从现代课程发展的角度来看，中国最早颁布的关于小学课程的文件《钦定蒙学堂章程》和《钦定小学堂章程》并不落伍。这两个章程对于课程实施的督察和管理，正式课程实施的责任主体，教科书的编制与选用，教师的任职资格与聘用条件，科学教育的设备与资源等都做出了详细的规定。民国时期和建国以后的历次课程文件，基本上沿用了这两个课程文件的精神，只是针对不同的社会发展条件做出了相应的调整。

关于课程实施的检查、督察、评估和管理，清末是由“地方之官立小学堂”对地方上所有公立和自立蒙学堂负责稽察，小学堂教师有评估、检查蒙学堂教学效果的责任。小学堂的一切事宜由“总理”（1904 年改为“堂长”，即校长）负责，他拥有开设科目、聘任教师，主持考试等的权利和自由。例如，1904 年规定，各科教授详细内容由校长“斟酌审定”，这意味着校长拥有制定教学计划和教学大纲的自主权。而“地方官有承办本地小学堂之责任”，“各地初等小学堂，每年须将学堂所办事务、教科课程、教员名数、学生入学人数、毕业人数及出入费用，呈报本州县官，由州禀报本省学务处汇呈督抚察核，督抚择其要略，咨明学务大臣察考，每半年汇咨一次”。这样就建立了一个由地方到中央的管理体系，且地方拥有课程发展的相当大的自主权。这种做法延续到民国。

民国时期，还建立了教科书的审定制度。例如，1912 年《小学校令》规定“小学校所用教科图书，由省图书审查会择定之。”新中国成立后，教育管理权收归国家，建立了中央、省级和地方的三级管理体制。在 1952 年的《小学暂行规程（草案）》中规定，小学各科教学大纲由中央教育部规定，小学课本由中央教育部统一编制，取消了教科书的审定，直到 1986 年才重新启用教科书审定制度。面对众多出版机构的教材，课程文件又专门规定了选择教材的原则。例如，1936 年《小学校课程标准总纲·教学通则》在 1932 年小学课程标准的基础上，阐明了选择教材的“价值比较原则”以及教材的使用方法和考核方法，强调了教师在教学时要时常参阅课程标准的规定，并审察本地社会和所教儿童的特殊需要，慎选教材，不宜受某一部教科书的拘束。教学要从儿童的实际能力出发，尽量采用大单元的计划，不必严分各科界限。在教学之前，应根据儿童的需要设计情境，以引导儿童有目的的教学活动；须优化教学的环境，先查明儿童旧有的经验的基础；须以旧有的经验作为基础，设法使儿童对于新的事物也产生兴趣；注意对儿童的品格教育。教学要关注儿童的身体、个性、家庭、环境，对其精密考察，详细记载，并需对症下药地拟具教育方案，严密地施教，严格地考查结果等（详见《教学大纲汇编》，2001 年）。此外，还对教师的教学设计提出了要求：

在准备教学的方案时，教员必须根据教材的性质、所教儿童的特殊情形，以及时间多寡等因素，决定适宜的教学过程。对于必须要利用的教具和应当提示的问题，教员也应预先加以准备。

对正式课程的编制、执行和实施效果的评估做出明确规定的，是1922《新学制课程纲要总说明》，它指出了编（辑修）订正式课程的责任主体，编订正式课程的程序，检查、督察及评估正式课程实施的督察主体和正式课程实施者的遴选和培训。1929年《小学课程暂行标准总说明》对于课程标准的制定过程进行了详细说明，为以后制定课程标准提供了可贵的经验。据该文件称，课程标准的制定过程要经历成立委员会——聘请专家草拟方案——不同专家会审——修订草案——原制定者修订——大会审查——委员审查——通过和报批等过程。尽管要经过这么多程序，仍难免囿于主观和缺少科学依据。

关于教师的任职资格与聘用条件，从一开始的课程文件中就有规定，而且制定了很高的门槛。在最早的课程文件中，就规定了小学堂应建立专为理科图画等类之用的特别讲堂，要设藏书室、“标本室”，后期又增加了实验室的建立。但是，这些“特别讲堂”，实际上就是实验室和标本室。而关于如何使用它们，课程文件并没有详细的说明和要求。历年的课程文件对于小学自然课程资源开发的经费划拨和筹措，使用情况的监督和检查，以及教师实施科学课程所必要的培训，都很少提及，这为落实科学实验教学埋下了隐患。

如果仅从课程文件的内容来分析，整个民国的课程文件在理念上、形式上都保持了一定的连续性。20世纪30年代的正式课程所体现的很多理念很先进，如1912年就提出了联系儿童生活实际和为儿童将来生活着想而开展教育；1928年就建立了教材审定制度；1936年提出的“思考教学法”、“发表教学法”等，到现在来看还不过时，但未能延续到新中国。可见，一百多年来正式课程未能形成一个一脉相承的教育传统。

总之，通过对课程文件中小学自然课程文件的考察，发现除了自然课程的内容范围少有变化以外，自然课程的设置、课程目标、教学方法和课程发展措施等几经变更。这也折射出自然课程附庸于语文、数学课程，长期处于“副科”地位的尴尬处境。

2.3 可理解课程开发呈现出“引入—改编—再引入”的单一编写模式

2.3.1 不同历史阶段的几种自然教材及其特点

1. 传统蒙学教育时代识字兼常识教材担负着自然常识教育的任务

如果说中国古代没有自然常识教育，这也不符合历史事实。虽然理想课程不曾倡导过，古代也没有蒙学的正式课程，但是通过识字教材进行的常识教育中常常包含了一些自然常识的教育。

中国现存比较完整的最早的小学识字兼常识教材，是《急就篇》（西汉·史游，公元前40年）。这部教材从汉魏起，历代都很流行。“急就”，有速成之意。作者把当时日常所用单字按照姓氏、衣着、农艺、炊食、器用、音乐、生理、兵器、飞禽、走兽、医药、人事等分类编成三言、四言、七言韵语，如“豹首落莫兔双鹤，春草鸣翘鳧翁濯”、“肠胃腹肝肺心主，脾肾五藏膈齐乳”。全书共分为姓氏名字、器服百物、文学法理3部分，计2144个单字。《急就篇》反映了汉代社会对儿童应该具备的生产和生活方面的知识的基本要求，对此沈元先生有一番精彩的评析：

我们在这里可以见到与当时人们的生活有密切关系的草木鸟兽虫鱼的名目，可以了解当时人们对于人体生理和疾病、医药的知识。这里列举了种种农具和手工工具，各种谷物和蔬菜，各种质地和形式的日用品，各种色彩和花纹的丝织物，表现了这个铁器时代的人们与自

然界作斗争的规模。这里包括了社会生活中的各个基本范畴。歌颂了大一统帝国的繁荣昌盛，也描述了汉族与边疆兄弟民族互相影响和融合的进程。^{〔1〕}

魏晋南北朝时期，周兴嗣受梁武帝之命于一夜之间编就《千字文》，其知名度最高。《千字文》开篇就从自然界的变化说起：

天地玄黄，宇宙洪荒；日月盈昃，辰宿列张；寒来暑往，秋收冬藏；闰馀成岁，律吕调阳；云腾致雨，露结为霜；金生丽水，玉出昆冈；剑号巨阙，珠称夜光；果珍李柰，菜重芥姜；海咸河淡，鳞潜羽翔。^{〔2〕}

宋元的常识教材以《名物蒙求》（方逢辰，1221—1291年）为代表。其内容涉及天文、地理、人事鸟语、草木、衣服、建筑、器具等，四言押韵，读来朗朗上口。还有宋代王应麟编的《小学绀珠》，是类似于小百科的名物词典。概括这些识字教材，可以发现，其常识教育体现了以下一些特点。

（1）偏重于语言教育，而非概念教育。这些教材将大量的生字集中在一起，采用中国古汉语中的押韵对仗形式，编制成三言、五言或七言形式，读起来朗朗上口，便于儿童背诵记忆。其目的在于帮助儿童识记日常生活中常用的汉字，同时也可以学习汉语中的押韵和对仗方式。教材罗列了大量自然或社会中事物的名称，这些名称对应于古汉语中的特定的语词。通过背诵记忆，可使儿童将特定语词与其表达的特定事物建立一种联系。

有不少人认为，教材中只要涉及介绍各种农作物、动物、植物、身体器官、天文等方面名词的，都可以看做概念。这种看法是错误的。概念和语词是有很大区别的。语词是实际经验中，从一个语言共同体经过成百上千年的共同经验形成的。不同语言共同体中对于同一事物的语词指称就不一样。例如，“肠胃腹肝肺心主”让一个外国人来理解，他无论如何是体会不到中国文化中“心”为五藏之主的意义的。而概念则可以由人们个人的经验中形成。概念是一些事实的结晶，反映一类事物的共同性，包含了人们对世界的一般理解，^{〔3〕}如“心脏与血管相连”。

而且，蒙学教材中前后的两个句子之间只有押韵和对仗等语言学上的关系，而不存在任何因果关系。例如，“日月盈昃，辰宿列张”，日月和辰宿之间并没有任何联系。这与概念之间的推理是有区别的，如“所有的人都会死，苏格拉底是人，所以，苏格拉底也会死”。

（2）偏重于日常概念教育，而非科学概念教育。概念有日常概念和科学概念两种类型。例如“冰是冷的”，这是一个日常概念，也可以看做常识。人们感觉到太阳每天从东边升起，西边落下，就会以为太阳在围着地球转，地球是宇宙的中心。而事实却不是这样。所以，常识是以人们的日常生活为基准，以感觉为基准，它来自日常生活，但不一定都与客观事实相符合。科学概念可以来自人们的感受，却不以人们的感受为基准。例如“冰含有热量”，这里的热量是由分子运动规定的，而不以我们的感受为基准。^{〔3〕}

蒙学教材中出现了很多日常概念。因为是日常概念，所以在不同时代，不同的人看来，就会有不同的意义。例如同样是宇宙，《千字文》中说“天地玄黄，宇宙洪荒”（可以理解为：苍天是黑色的，大地是黄色的；茫茫宇宙辽阔无边），《续千字文》就说“混沌初开，乾坤

〔1〕 沈元．《急就篇》研究〔J〕．历史研究，1962（3）．

〔2〕 周兴嗣，胡寅，等．千字文〔M〕．长沙：岳麓书社出版，1987：1-4．

〔3〕 陈嘉映．哲学·科学·常识〔M〕．北京：东方出版社，2007：127．

刚柔”，清朝李崇忠编的《千字文》又说“天地定位，造化生成”。^{〔1〕}作者将日常生活中习以为常的现象当做“知识”，而很少探讨现象的成因和条件。例如“云腾致雨，露结为霜”，为什么云会变成雨，露会结成霜？作者不清楚，私塾先生也不清楚，只管背诵学字的儿童更不清楚。

（3）注重道德教育，具有成人化教育倾向。对于蒙学教材的道德教育功能，北京大学陈来教授有独到的看法。他认为儒家文化的价值结构体系包括两部分：一是少数圣贤经典中记载的理想的价值体系，二是一般民众生活和日常行为所表现的实际价值取向。前者为精英儒家伦理，见著于儒家典籍；后者为世俗儒家伦理，被中下层儒者编入了童蒙读物，随着童蒙读物的流传，而对儿童实施真正的儒家伦理教化教育。^{〔2〕}

（4）识字教材中缺少自然现象的插图或图画。无论是《急就篇》、《千字文》，还是《名物蒙求》、《小学绀珠》，这些识字教材通篇都是方块字，都没有关于自然现象的插图或图画。世界上第一部带有插图的儿童读本《画图中见到的世界》（即《世界图解》）成书于17世纪，是由捷克教育家夸美纽斯编著的。他在这本读本中深刻地阐述了图画和插图对儿童教育的意义，他认为“绘画是对眼睛所看到的世界上的一切事物进行的描绘”，“儿童通过对绘画的凝视，为孩子们带来属于他们自己的欢乐”，“孩子们用手临摹画图，这样做首先可以促进他们对最初的事物加以注意；其次，能够观察各部分间的相互平衡；最后，可以练习手的灵敏程度”。^{〔3〕}

（5）蒙学教材的内容和语言，远离儿童的生活。蒙学教材由古汉字即文言文编纂而成，由于文言文的单音单义特点，编纂者一般采用押韵对仗形式，将生字集中在一起编制成适合背诵和记忆的三言、五言等对仗句。这些对仗句上句和下句之间的联系，很多情况下是建立在汉语言的对偶、对仗的写作方式上的，彼此之间缺乏必然的因果联系，也大多远离儿童日常生活经验，给儿童理解造成了一定的困难。鲁迅七岁时就必须强记住诸如“粤自盘古，生于太荒”的字句。^{〔4〕}《千字文》上的“天地玄黄，宇宙洪荒”，胡适认为自己从五岁时读起，到做了十年教授还不知是什么意思。^{〔5〕}以胡适和鲁迅等人的智力水平，尚且不知这些蒙学教材内容的意思，更何况一般资质的儿童呢。因为缺少文字记录，中国古代儿童过着怎样的生活，言说着怎样的语言，有着怎样的对于自然的兴趣，已经掩埋于历史的岁月里，人们永远无法得知他们的所思和所想了。

从内容上来说，蒙学教材充满道德教育色彩。中下层儒者在编纂教材时将世俗儒家伦理编入其中，都是成年人对客观世界的看法和认识和思维方式，几乎不从儿童的视角来观察和认识世界。

2. 应教会学校需要，基督教传教士编纂了首批自然科学教科书

16世纪末，以利玛窦、汤若望、张诚等耶稣会神甫为代表的西方传教士进入中国传教。根据传教实践，传教士们总结出经验，要把西方宗教传入中国并使之发展，最好的办法就是宣传科学。^{〔6〕}第一个对儿童宣传科学的刊物是美国纽约长老会传教士范约翰（J. M. W. Farnham）于1874年2月在福州创刊的儿童画报《小孩月报》（*The Child's Paper*，

〔1〕 田正平．中国小学常识教学史〔M〕．济南：山东教育出版社，1996：48．

〔2〕 陈来．蒙学与儒家世俗伦理．转引自徐梓．传统蒙学与传统文化〔J〕．寻根，2007（2）．

〔3〕 J·A·夸美纽斯．画图中见到的世界〔M〕．杨晓芬，译．上海：上海书店出版社，2001：致读者．

〔4〕 林非，刘再复．鲁迅传〔M〕．北京：中国社会科学出版社，1981：1．

〔5〕 胡适．慈幼的问题．胡适精品集〔C〕．北京：北京大学出版社，1998：6．

〔6〕 丁顺茹．论西方传教士在明清之际中西文化交流中的作用〔J〕．广州师学报（社会科学版），1997（3）．

1915 年停刊),^[1] 介绍科学知识并附有精美插图。1876 年 2 月,《格致汇编》在上海创刊(英国人傅兰雅, John Fryer 创办和主编, 1892 年终刊), 这是中国最早的通俗科学刊物。^[2] 为了传教需要, 传教士还兴办学校, 对中国儿童进行宗教启蒙教育。仅上海一地, 从乾隆年间至 1904 年, 教会学校就达到了 56 所, 其中几乎一半的学校为小学。^[3] 教会学校普遍开设自然科学课程, 且重视自然科学教育。1896 年, 在“中华教育会”第二届大会上, 狄考文做了题为《什么是中国教会学校最好的课程》的报告。他指出教会学校应当重视自然科学的三大理由: 学习科学可以破除迷信; 注重科学可以使教会学校出名; 开设科学可以使教会学校的毕业生更有能力, 进而掌握中国社会, 朝西方社会的方向发展。^[4] 宣传科学的新式儿童读物和引入西方近代学制和课程体系的教会小学的出现, 冲击了传统蒙学教育的根基。

教会小学打破了中国传统教育只设“中学”的格局, 普遍开设自然科学课程“格致”。早期这些学校多照搬原版自然科学教科书或由传教士自编教材, 但由于传教士中文水平和所受教育程度参差不齐, 教科书难免鱼目混杂。为了规范教会学校的教育, 基督教传教士组建了中国近代最早的编辑出版教科书的专门机构——学校教科书委员会 (School and Textbook Series Committee), 又称“益智书会”, 1890 年改为中国教育会 (The Educational Association of China)。

学校教科书委员会成立之初, 就编写了初级 (小学, 傅兰雅负责) 和高级 (中学, 林乐知负责) 两套中文教科书。1877—1890 年的 14 年间, 他们共出版发行教科书 50 种 74 册及图表 40 幅; 审定合乎学校使用的图书 48 种 115 册, 课本 13 种, 教学大纲 28 种, 教学参考书 32 种, 其中科学类 21 种 25 册。^[5] 学校教科书委员会对中小学教科书做了较为系统的设计与策划, 所编的教科书科目比较齐全, 课本、教学参考书、教学挂图形成系列, 相互配套, 改变了以往编写或翻译教科书分散的缺陷。这在中国近代教科书史上还是第一次 (王宏凯, 1998 年)。这些教科书, 满足了教会学校的教学需要。编译教科书大半属于自然科学, 填补了中国自然科学教科书的空白。采用中文编写, 方便了中国学生学习, 还规范了中国近代教科书的编写体例与表现形式, 如注意内在的逻辑联系, 按卷、章编排, 每章之后有研讨习题, 教科书有插图。^[6]

学校教科书委员会采用的教材编写程序, 首开课程开发的先河。该委员会根据教育与宗教同时进行的原则, 编制了教科书出版编写计划, 多方联系愿意参加教科书编写的人员, 统一了自然科学术语与专有名词的翻译, 并且制定了教科书编写的原则。这些原则涉及原创性: 以一本最适合的外国教科书作为基础, 然后结合中国文字、民族和风俗习惯的实际进行创造性编写; 方便性: 既便于学习, 又有利于教师进行教学; 严格性: 使用经委员会批准的统一术语; 通俗性: 教科书的内容和文字通俗易懂、文理简洁, 用浅显的文言文撰写; 此外还有宗教性。抛却宗教性, 其他原则对今天编写自然教科书仍然有借鉴意义。这种开发课程的模式和举措, 在中国近代课程发展史上还是第一次。而该委员会提出的教科书编写原则, 也为中国人编写自己的自然科学教材提供了可供借鉴的范例。京师大学堂编译书局 (1901 年成立) 和学部编译图书局 (1905 年成立) 在最初编译教科书时就借鉴和运用了学校委员会教材

[1] 吴洪成. 小学教育史 [M]. 太原: 山西教育出版社, 2006: 119.

[2] 刘英杰. 中国教育大事典 (1840—1949) [M]. 杭州: 浙江教育出版社, 2001: 524.

[3] 陈科美. 上海近代教育史 (1843—1949) [M]. 上海: 上海教育出版社, 2003: 542—560.

[4] 仇世林. 美国传教士与中国近代学校教育 [J]. 山东师范大学学报 (人文社会科学版), 2007, Vol. 52 (5).

[5] 传教士编译出版教科书活动持续了很长一段时间, 有人认为甚至应该在中国人自编教科书之前, 划分出一个“教士教科书时期”, 详见: 黄遵宪. 近代来华传教士编译出版教科书活动史略 [J]. 江西教育科研, 1995 (3).

[6] 王宏凯. 清末“学校教科书委员会”史略 [J]. 首都师范大学学报 (社会科学版), 1998 (3).

开发的经验。

3. 近代学制建立前后,小学自然科学教科书开发呈现引入和自编两种态势

历史上第一所国人创办的私立小学是张焕纶等人于1878年在上海创办的《正蒙书院》(后改名为梅溪学堂),开设有国文、地理、经时、时务、格致、数学、歌诗等课程。^[1] 维新运动期间,私人办学逐渐增多。1895—1899年,全国共兴办学堂约150所。其中,较著名的小学有钟天纬创办的上海三等公学(1896年)、王维泰创办的上海育材书塾(1896年)、经元善创办的经正女学(1897年)、叶澄衷创办的上海澄衷学堂(1900年)等。这些私立小学和新学堂创办初期的新式小学,所用格致教科书来自三种渠道:^[2] 学堂自编,如周保障(1883年)编著《童蒙记诵》和南洋公学编的《蒙学课本》(1897年)等;采用“学校教科书委员会”编纂的教科书,如傅兰雅编的各种自然科学须知(《力学须知》、《重学须知》、《电学须知》、《声学须知》、《光学须知》、《动物须知》、《植物须知》、《金石略辩》、《笔算数学》、《代数备旨》、《形学备旨》、《代形合参》等)于1903年被新式学校采用;^[3] 采用商务印书馆(1897年成立)等文化出版机构编译的教材。

中国近代首部完整的、符合新学制要求的初等小学和高等小学教科书是商务印书馆于1903—1908年编成的《最新教科书》,主编为张元济、高梦旦、蒋维乔等人,所编写的教科书还配有教授法书,流行久远。这套教科书一反启蒙读本由一人编写的做法,开创了教科书的排版风格和插图风格。民国时期,商务印书馆一直是编写和修订教科书的主要书局。其他比较有名的小学教科书和儿童读物还有:《蒙学科学全书》(1902年,上海文明书局)、《各国艺学策》(1902年,上海蒙学书报局)、徐有几译的《小学理科》(1903年,学海指针社)、吴家照的《高小格致课本》(1906年,中国图书公司)等。1906年,直隶学务处编《初小格致教科书》、《农学》,宗龙编的《小学新理科》等均被学部审定为小学教科书。^[4]

由于年代久远和文献查阅上的困难,我们今天很难见到新学堂设立以后的教科书的模样。据蔡海军研究,1903年小学堂格致课使用的课本叫《格致》,使用对象为十岁左右的儿童,全书用四言韵语写成,内容译自日本,主要有:乡土之动物、植物、矿物;寻常物理、化学现象;生理卫生等。蔡海军认为,民国以后的自然教材,也仍是译自日本。到了1929年,初小的《常识》出现了自编教材,理论依据是英美教育学说,内容则还是从日本引进的现成内容。^[5] 还有人批评,20世纪30年代编写的自然课本存在抄袭和摘录现象,因此课本中的实验并不能引导儿童研究科学和为儿童提供真正的科学实验经验:

有些自然课本和读物从大学理化等课本或专门著作里抄了几套实验室做的实验就叫做“科学把戏”,摘录了一些要义,用比较浅近的文字写了出来,就叫做儿童科学。其实儿童科学绝不是“成人科学”的缩本,这种实验室一类的活动终究是一种假的经验。^[6]

除了引入日本的教材以外,20世纪50年代,中国还曾引进前苏联自然教材。刘默耕曾对硬搬教材、食而不化的现象做了深刻批评:

[1] 王伦信,等.中国近代中小学科学教育史[M].北京:科学普及出版社,2007:10.

[2] 吴洪成主编的小学教育史中认为新式小学教科书有四种渠道,但只有三种涉及自然科学教科书。详见:吴洪成.小学教育史[M].太原:山西教育出版社,2006:136.

[3] 熊月之.西学东渐与晚清社会[M].上海:上海人民出版社,1994:664.

[4] 教育部教育年鉴编纂委员会编(民国).第一次中国教育年鉴(戊编·教育杂录·第三,教科书之发刊词概况)[M].上海:开明书店,1934:118.

[5] 蔡海军.中国小学科学课程发展的过程及特点[J].湖南师范大学教育科学学报,2003(5).

[6] 孙婉华.为什么要儿童做科学把戏[J].儿童教育,1935,Vol.7(3):92.

50年代引进苏联的自然教材，硬搬多而消化少。人家的学制、文字跟我们大不相同，人家可以在一至三年级通过语文课学习完生物界自然和地球上的四季现象，四年级学习无生物界自然（水、空气、矿物、土壤），我们也这样做，结果，初小阶段的自然教学落了空，于是整个生物界自然部分和地球上的季节变化部分就落空了。这是硬搬而不依本国国情予以消化的恶果。^{〔1〕}

4. 新中国成立前后自编自然教材突出了政治性、实用性和知识性的特色

新中国成立之初，各地使用的教科书并不统一，有多种不同版本。主要有两大类，一类是旧中国遗留下来的教科书，另一类是各解放区的教科书。例如，陕甘宁、晋绥、晋冀鲁豫、东北、华北、山东等地由当地人民政府组织编写，并由当地人民政府印制各科教材。^{〔2〕}其中，陕甘宁边区教材的编写质量很高，其编写指导思想、风格等对新中国教材影响很大。

据解放区教材的主编辛安亭回忆，1937—1949年，在延安先后三次完整地编写了初小、高小的全套课本。解放区教材编写的“客观规律”为：“教材必须注意政治”、“教材的编排组织上，尽量适应战时的环境”、“必须重视劳动教育”、“德智体全面兼顾”、“结合边区实际”；“区别不同对象”；“坚持群众路线”、“综合连贯”。其中，教材的政治性是第一位的。自1937年开始，陕甘宁边区的教材编写工作，就有明确的政治目标。例如，抗日战争时期响应毛主席提出的“改变教育的旧制度、旧课程，实行以抗日救国为目标的新制度、新课程”的抗日教育政策，确立教材“抗日化”的政治目标，强调教材宣传党的路线、方针、政策，使教育服从政治，为政治服务。

那么，在编写自然教材时如何贯彻政治性呢？时任陕甘宁边区教育厅主要领导人之一的辛安亭认为：“自然课本是讲自然规律的，自然规律是客观存在的，是没有阶级性的；但什么人讲自然知识，如何利用自然规律则是有阶级性的。”他说：

不同的社会，不同的政治，如何讲自然知识，如何利用自然规律，也就不同了。白区讲自然知识，无非是贩卖一些洋教条，传授一些科学的名词、概念，以装饰办教育的门面；边区讲自然知识就要从实际出发，为人民服务，使自然规律知识有益于劳动群众的生产与生活。^{〔3〕}

解放区和白区，前者属于新民主主义社会，后者属于半殖民地半封建社会，所讲的自然知识也大相径庭。在这种指导思想下编写出来的陕甘宁边区的高小自然教材，自然而然带上了强烈的政治色彩。

教材的第二个特点是实用性。其实为政治服务，也是实用性的一个表现。高小自然教材的实用性还表现在：从农村生活实际出发进行取材，重视同生产劳动有关的科学常识。其主要内容围绕风雨雷电等自然现象、实用的生理卫生知识、边区倡导的农业与畜牧的改良方法等展开。而与边区实际生活相脱节的电学、机械等科学知识，以及与边区不同的水产物等，在教材中所占的分量就相应地减少了（辛安亭，1949年，1977年）。陕甘宁边区1946年的自然课本，编写于延安整风运动之后，解放后被当时的西北五省选用，稍加修订后由西北新华书店出版（简称新华本），一直使用到1956年。这本教材是在对20世纪40年代国民党统治地区使用的高小自然教材（即伪编译馆本）改编的基础上，编写而成的。通过表2-5所示两个版本教材内容的比较，可以明显地看出其实用性。

〔1〕 刘默耕．小学自然四十年的几点反思〔J〕．课程·教材·教法，1988（12）．

〔2〕 刑克斌．文革前17年中国中小学教科书的编写与出版〔J〕．出版发行研究，2001（11）．

〔3〕 辛安亭．谈谈高小自然课本（写于1950年）〔A〕．教材编写琐忆〔C〕．西安：陕西人民出版社，1981：117．

表 2-5 新华版高小《自然》教材与伪编译馆版教材内容的比较〔1〕

版 本		新华本	伪编译馆本
使用地区		解放区	白区
内 容	电学	3 课	7 课
	生理卫生知识	14 课一般的生理卫生知识，另有 15 课食、衣、住、用等生活中常用的卫生知识	14 课，占全书的七分之一；多是生理知识，农村实用的卫生知识几乎没有
	动植物及农业生产知识	26 课，占全书的四分之一	18 课，不足全书的五分之一
	牛等家畜	牛、羊、猪各占一课，并增加骆驼一课	笼统地合讲一课
	蔬菜	3 课*	1 课
	糖	除了略讲甘蔗与甜菜的产地外，配合政府的政策详细地说明了种甜菜的利益与甜菜制糖的方法	一般的讲原料、种类、制法、功用与产地等许多方面，而没有解决一个实际问题
	肥料		

* 说明蔬菜的营养价值及食用时应注意的事项，同时对政府正在提倡和推广的洋芋新品种和西红柿的栽培法做了介绍。

教材还有一个特点是知识性。新华本教材“编者的话”中明确提出：“本书的目的主要在指导儿童学得实用的自然、生产与卫生知识。”边区要求掌握的自然知识，也要抛弃“洋教条”，舍去科学的名词和概念，而代之以通俗易懂的生活语言。其中《豆类》一课中有这样一段：

豆类的花都是蝴蝶形，因种类不同而有各种颜色。花粉的传送多靠虫类做媒介。因此，豆类开花时，若遇下雨，虫类不能出动，花粉又多被淋掉，收成就会大大减少。

这样编写教材的好处是：“在这一段里，没有用‘虫媒花’、‘蝶形花冠’等科学专有名词，却说明了自然现象，提出了自然规律，也联系了生产经验。这就大大减少了学习上的困难，使学生容易理解和记忆。”〔2〕科学专有名词和科学概念是科学语言的组成部分，也是建筑科学大厦的重要材料。如果这些东西不足以成为科学教育的内容，那么是不是意味着可以撇开现有的科学概念体系而另外建立一套东西呢？自然地，在我们这样一个生产技术落后的国家里，科学教育要联系生产实际，要为生产实践服务。但是如果总是以低水平的生产实践为标准，戴上“阶级”和“政治”的有色眼镜来选择科学技术教育的内容，何时才能够学到科学的本质呢？科学教育的过程实际上就是一个将学习者头脑中的错误科学概念转变为科学概念的过程，如果学习者的头脑中不能建立起一个系统的科学概念体系，这样的科学教育显然依然停留在常识教育的低层次水平。

辛安亭认为新华本教材最大的优点在于“对中国高小自然课本的编写方向指出了一个新的方向”（辛安亭，1950 年）。1951 年 8 月，辛安亭出任甘肃人民出版社副社长、副总编辑，与叶圣陶共同承担起新中国第一套统编中小学教材的编纂工作。因此，新中国第一本自然课本自然也体现了政治性、实用性和知识性的特点。1956 年以后一直到文革前，自然课程教材的变动不是很大。

〔1〕 根据辛安亭的记述整理。

〔2〕 辛安亭：编写陕甘宁边区小学及农村文化教材的几点体会（1979 年 6 月）〔A〕．教材编写琐忆〔C〕．西安：陕西人民出版社，1981：77。

此外，解放区进行科学与常识教育还有一条途径，就是通过语文学科教育渗透。这样，语文教材也渗透了科学与常识知识。通过课文学习，“低年级认识农村常见的家畜、家禽、益鸟；进一步认识常见的农作物（如小麦、棉花、糜子、谷子、豆子）与农具（如铁锹、犁头）。随着儿童年龄的增长和知识的积累，三、四册就讲到一年有四季，各季的特点及其与农作物的关系。等到高年级的时候，增加科学技术教育的内容，如《上粪有讲究》和《棉花打杈》等课文，就是直接教学生掌握有关技术知识的”（辛安亭，p26）。仔细分析不难看出，解放区教材中涉及的科学技术可谓典型的农业生产技术，与代表现代科技发展的机械化技术大相径庭。

5. 文革时期自然教材的政治性被发挥到了极致

1958 年，教育部曾经发布《关于教育事业管理权限下放问题的规定》，^{〔1〕} 放开地方参与课程管理的权限，重视乡土教材的编写。这本来是一件好事，但由于当时从理论上、实践上都不具备放开课程的条件和经验，各地编写的乡土教材也很有限，自然教材还是采用国家的统编教材。

文革期间，由各地“革委会”自定自编课程和教科书。知识被视为“毒草”，资产阶级知识分子被打倒和革命，并且退出了学校管理和教育管理。城市学校由工人宣传队接管，农村则由“工人阶级的最可靠的同盟者——贫下中农”管理学校。由于各地革委会成员学识水平所限，导致科学教材最终沦为了政治宣传资料。

三十年后，有人回忆当时的中学教材：

教材封面上无一例外都是革命领袖的“最高指示”，无论是数理化还是文史地，大段语录和套话均占据了正文的大部分，真正的学科内容非常少。物理教科书被简化成了“三机一泵”（拖拉机、柴油机、电动机、水泵），生物教科书则简化成了“三大作物（稻、麦、棉）一头猪”。^{〔2〕}

小学教材的体例与此类似，一本编于 20 世纪 70 年代的小学《科学常识（试教本）》（上、下册）中，封面印有毛主席语录：“人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由”。第一页是一张毛主席画像，第二页印有“贫下中农管理学校”和“以学为主，兼学别样”、“教育要革命，资产阶级知识分子统治我们学校的现象，再也不能继续下去了”的毛主席语录。样例如图 2-7 所示。正文中，上册共引用毛主席语录 67 处，平均每页引用 0.89 处；下册引用 87 处，平均每页引用 1.1 处。两册书中平均一页引用一处毛主席语录。引用最多的语录为“一分为二”、“八字宪法”、“一不怕苦，二不怕死”、“外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用”等。教科书中还插入了“大寨人奋战大自然”、“备战备荒为人民”等宣传画。^{〔3〕}

除了毛主席语录以外，这本《科学常识》里面科学性的内容也不少，也有大量实验插图，如图 2-8 所示。但科学性内容的教育意义被大量的政治宣传材料所遮蔽。

6. 改革开放以后，自然教材恢复了自然教育性和科学教育性

1977 年，邓小平复出主持工作后，中小学教育成为他所抓的首批重点项目之一。他意识

〔1〕 该规定指出：“各地方根据因地制宜、因校制宜的原则，可以对教育部和中央各主管部门颁发的各级各类学校指导性教学计划、教学大纲和通用的教材、教科书，领导学校进行修订和补充，也可以自编教材和教科书”，这是新中国成立后首次动作较大的课程改革。

〔2〕 教科书 30 年变脸记 [N] . 京华时报 . 2008 年 11 月 10 日（17） .

〔3〕 此处数据系笔者本人统计自上海市中小学教材编写组编辑出版的《科学常识（上、下）》（上海：文化革命印刷厂印刷，1971 年第 1 版第 1 次印刷。上海师范大学图书馆藏）一书。

毛主席语录

自然界存在着许多的运动形式，机械运动、发声、发光、发热、电流、化分、化合等都是。

人的认识物质，就是认识物质的运动形式，因为除了运动的物质以外，世界上什么也没有，而物质的运动则必取一定的形式。

第十四节 热的传递

煤在炉子里燃烧，可以把锅里的水烧热，同时使周围的空气和物体都变热了。象这样热从一个物体传到另一个物体，或从物体的一部分传到另一部分的现象，叫做热的传递。实践证明：热总是由温度高的物体传到温度低的物体，或者从物体的温度高的部分传到温度低的部分。

热传递是热的一种运动。毛主席教导我们：“人的认识物质，就是认识物质的运动形式”。热的运动形式一般有传导、对流、辐射三种。

图 2-7 20 世纪 70 年代初小学《科学常识》教材示例

第九节 导体、非导体和半导体

从生产、生活经验中我们知道，有些物体容易通过电流，有些物体不容易通过电流。我们可以做一个实验来看看：找一些铁片、铝片、铜片、玻璃片、瓷片、橡皮、塑料等各种不同物体，按图把这些物体分别放在干电池的铜帽和电珠之间，看电珠亮不亮。

实验发现，铁片、铝片、铜片等都能使电珠发亮，而玻璃片、瓷片、橡皮、塑料等却不能使电珠发亮。在一般情况



图 2-8 20 世纪 70 年代初《科学常识》中的实验

到“教材是关键”，便要求教育部尽快编出一套统一教材。为了打破自然科学教材编写方面意识形态的束缚，邓小平还做出了要“引进外国教材，吸收有益的东西”的指示，并且调拨 10 万美元专款用于选购美、英、联邦德国、法、日本等国家最新的中小学教科书供参编人员学习和参考。这次编写的教材于 1978 年秋起陆续投入使用。至 1986 年，人民教育出版社负责编写和出版了近 4 套统编教材。1993 年开始，上海、广东、江苏等各地开始了编写地方教材的探索。

无论是统编教材，还是地方教材，自然教材的政治性和实用性都被淡化，而自然教育性和科学教育性得到了恢复和强调。1992 年根据新的九年制义务教育《自然教学大纲》，人民教育出版社编辑出版了用于小学教学的教科书、教师用书、挂图、幻灯片、投影片等，分别

供六年制和五年制的学校使用。有人认为，这套教材贯彻了德智体美劳全面发展的教育方针，贯彻了理论联系实际的原则，加强了与生活、生产和社会实际的联系；在阐明自然规律和概念时，尽可能多地联系生活、生产、社会实际；注重儿童智能发展，注意与本学科各年级教科书之间的纵向联系，又注意了与其他小学各门学科之间的横向联系。^{〔1〕}

2.3.2 小学自然教材开发特点

通过对各个历史时期自然教育教科书的发展历史的回顾,可以发现小学自然教材的开发有以下一些特点。

1. 可理解课程先于其他层次课程产生

从各个层次的课程出现的时间上来说,小学格致或自然教材先于正式课程进入学校。小学自然理想课程、正式课程和可理解课程的历史演化进程如图2-9所示。从某种程度上来说,传教士和学校教科书委员会充当了中国小学自然教科书的课程开发者和教材编审委员会先行者的角色。从狄考文的报告中可以看出其课程开发的指导思想在于传教,故传教士和学校教科书委员会课程开发的功利性要大于其学术性,导致教科书非常重视知识体系的传授而没有顾及儿童兴趣及其科学认知发展规律(这一点直到20世纪20年代才被美国人认识到)。重视教科书的知识体系这一特点也被当做经验,为不同历史时期中国自主编纂教科书所沿循。这种做法在20世纪80年代遭到中国自然教育工作者的质疑。姜允珍批评早期小学自然课的教材模式是“压缩饼干”,即尽可能精选一些古今中外最重要、最“基础”的科学知识,分门别类编进去,由教师灌输给儿童。^[2]所以从一开始,自然的可理解课程就是在理想科学课程缺位和正式课程缺席的情况下编纂出来的。由于它们的缺位,形成了一种以团体或党派的管理或统治意图编写教材的传统。

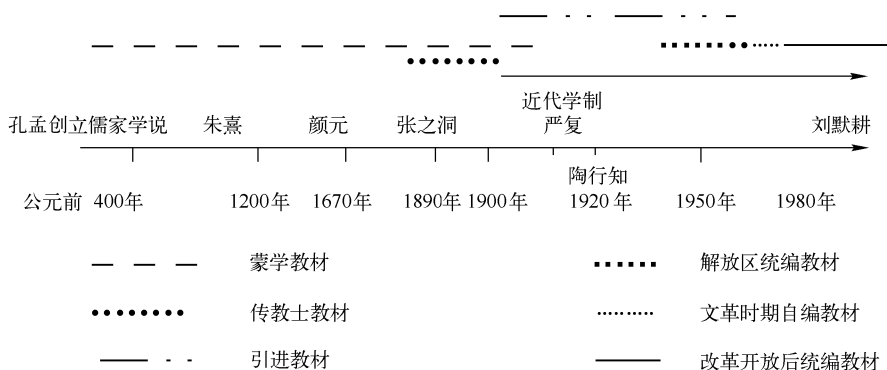


图 2-9 理想课程、正式课程和可理解课程的历史演化进程

2. 未能就儿童兴趣及其科学认知发展规律展开调查研究

早期教材编写通常是由一个人在短期内来完成。例如魏晋南北朝时期，周兴嗣受梁武帝之命于一夜之间编就《千字文》，周保璋编著《童蒙记诵》所用时间也不长。以后教材采用了多人编写，程序上也有改进，但都是从成人的视角和以成人的经验来编写教材的，谈不到尊重儿童的兴趣。

[1] 蔡海军. 中国小学科学课程发展的过程及特点 [J]. 湖南师范大学教育科学学报, 2003, Vol. 2 (2).

〔2〕 姜允珍. 科学启蒙教育与儿童全面发展——中国小学自然学科改革特点评介〔J〕. 教育研究与实验, 1988 (4).

据辛安亭总结,^[1] 解放区教材编写的程序一般分三个步骤: 第一步深入农民、干部、教师、学生中搞调查研究, 了解实际情况, 掌握读者对象及其要求, 征求各方面对原来教材的意见。第二步是集中力量编写初稿, 在编写过程中, 认真研究与讨论, 有时还要到学校或机关去调查访问。初稿编出后, 向各方面征求意见。第三步是经过审查, 最后斟酌修改定稿。从中可以看出, 教材编写过程未就儿童的科学概念水平进行深入、科学的调查研究。

新中国成立后的教材编写也很少有一边编写教材一边进入学校进行调查研究和实验的做法。有人认为, 新中国成立后到文革前的 17 年间, 由人民教育出版社编辑出版的 4 套 (也有一说是 3 套) 供全国使用的中小学教科书就是这样编成的。编写工作是一种政府行为, 受“大气候”和教育观念的影响, 呈现出不稳定的现象和“左”的倾向。^[2] 由于教科书的内容相对稳定, 这就为教科书改编带来了便利。通常情况下, 新教材的编写一般会参考旧教材, 教材编写完之后通过一些行政性的审批以后就会出版发行。虽然也会冠上“试验”、“试教”等字眼, 但是教材编写完了, 编写委员会的任务也完成了, 人员也解散了, 教材的修改工作也就束之高阁了。

3. 忽视科学材料的开发

可理解科学课程的开发包括教科书开发和科学材料的开发。纵观中国小学科学教育发展历史, 可以发现, 我们一直忽视科学材料的开发。由于缺乏课程理论研究和指导, 一直以来都将开发课程等同于教科书编写或教材编写, 忽视了科学材料的开发。

4. 可理解课程开发最终陷入了“引入—改编—再引入”的教科书编写怪圈, 缺乏“科学的”课程开发方法指导

传教士引入并编纂了中国最早的科学教科书 (小学、中学、大学的), 其模式和体例成为新学制国产教科书的最重要的借鉴来源。民国政府在编制科学教材时, 采取了从国外引进的策略, 教材内容译自日本, 理论依据引自英美 (蔡海军, 2003 年)。与此同时, 解放区借鉴白区教材, 展开了编纂适合陕北等科学技术不发达地区的自编教材活动, 其教材编写经验被用于新中国的课程开发实践活动。20 世纪 50 年代又引入苏联的自然教材, 文革中教材编写权利下放到地方来自编教材。70 年代末, 国家经济发展秩序和社会秩序得到重新恢复以后, 人民教育出版社在编写教材时又参考了国外的教材。

总之, 由于缺乏课程理论研究和指导, 可理解课程的开发最终形成了“引入—改编—再引入”的单一教科书编写模式, 忽视了科学材料的开发。

2.4 实践性课程徘徊在探究性科学教育的大门之外

2.4.1 个人课程: 对科学和科学教学的认识匮乏

对科学课程而言, 教师的个人课程不仅包含对科学教学和课程实施的认识, 还包括对科学本质的认识。由于研究文献的匮乏, 我们无从得知在科学引入中国小学以后, 自然教师们对科学本质的看法如何; 以及不同的社会时代, 自然教师们对科学本质的看法发生了一个什么样的变化。但是可以肯定的是, 自然教师们对科学本质和科学教学的认识处于匮乏状态。

[1] 辛安亭. 谈谈高小自然课本 (写于 1950 年) [A]. 教材编写琐忆 [C]. 西安: 陕西人民出版社, 1981: 117.

[2] 荆克斌. 文革前 17 年中国中小学教科书的编写与出版 [J]. 出版发行研究, 2001 (11).

据何志平等人统计,20世纪30、40年代,民国期间(不含革命根据地),以中国科学社为代表的各类科技团体达到了117个。^[1]在科技团体和众多科学家的努力下,中国的高等自然科学教育事业有了大规模的发展。1932年成立的“中国科学化运动协会”致力于民众科学教育,通过创办通俗科学杂志《科学的中国》,以及举办科学文化演讲、展览等系列活动,促进了科学在中国的普及。但在中小学科学教育领域,却没有能够建立一个长期、有效的教师培训制度。师范学校的教学又落后于同期国际科学教育的发展水平,教授的“不过是一点课本知识,不过出一点讲述故事的技能,(师范生)自己不能动手”(孙婉华,1935年)。自然,小学教师的教学水平难以达到真正的科学教育的要求。1935年,在实施科学课程三十多年以后,科学教师对儿童学习科学依然持这种看法:“儿童们不能研究科学的,这就是给中学生也还是觉得太难。”对于科学教学也缺乏足够的信心:“我不知道怎样可以教他们科学;因为他们决不能懂得原子质子的!”^[2]

到了80年代,在国内唯一一本探讨小学科学教育的《科学启蒙教育》杂志中,可以看到许多自然教师关于教学思考的文章。这些文章大都缺乏对科学和科学教学的正确认识。例如,有人把小学自然的课堂教学的类型分为观察课、实验课、科学考察课、逻辑推理课、科学讨论课、动手制作课、创造性思维课等8种类型。从作者对观察课、实验课和科学考察类课的定义中,我们看不出对科学方法的强调和教育。

观察课和实验课:重在培养学生的观察能力、实验能力和概括能力,并使学生懂得科学认识的一般程序。自然教材中大多采用的是对比实验和模拟实验,实验中也有观察,但实验课中的观察不是在自然条件下进行的,要进行人为的控制。

科学考察类:要求教师先带学生进行现场考察,然后取样回来做进一步分析、研究,最后做出考察结论。这样类型的课可以培养学生通过考察获取科学资源的能力,还可以培养学生实事求是的科学态度。^[3]

2004年,张红霞和郁波对21个省市自治区的1737位小学科学教师做了关于科学素养的调查,结果显示:对所设计的8个关于科学知识的问题,教师们回答的正确率很少超过80%;大多数教师并没有真正理解作为科学研究方法的实验;许多教师对科学性质的认识还没有形成稳定成熟的价值观,且对科学性质的认识在不同教师之间存在较大的差异。教师们对科学方法的理解比科学知识更为缺乏,对科学性质的认识问题尤其严重。关于科学本质的看法,张红霞和郁波调查发现:绝大多数小学教师对科学还处于一种盲目崇拜状态,甚至夸大其社会功能。但同时却又有很多人采取激进的建构主义科学观,认为科学不是客观真理,而是科学家头脑中建构的产物;近五分之一的教师认为科学方法在不同的国家之间非常不同。^[4]于是,调查者得出了小学科学教师们的科学素养普遍较低,甚至低于公众科学素养水平的结论。

2.4.2 实施课程:忽视科学方法教育

20世纪80年代初,上海教育出版社出版了一本由小学自然常识教案编写组编写的《小

[1] 何志平.中国科学技术团体[M].上海:上海科学普及出版社,1990:3-11.

[2] 孙婉华.为什么要儿童做科学把戏[J].儿童教育,1935,Vol.7(3):92.

[3] 王春梅.小学自然教材的八种课型基本分类[J].科学启蒙教育,1986(4).(*《科学启蒙教育》1984年创刊,1988年更名为《小学自然教学》,2003年更名为《科学课》。——作者注*)

[4] 张红霞,郁波.小学科学教师科学素养调查研究[J].教育研究,2004(11).

学自然常识教案选编》，选有 20 篇教案。这些教案是在上海市部分教师的实践基础上整理而成，分别征求了当时上海著名的小学自然教师的意见，涉及的教学内容属于实验课的有：物体的热胀冷缩、大气压力、水能溶解别的物质、水的浮力、摩擦起电、磁铁和电磁铁、二氧化碳、发声和传声、杠杆、听不见的声音；属于观察课的有：蚕、青蛙、植物的花和果实、血液循环器官、骨骼和肌肉、月亮；属于讲述、复习等其他类型的有：动物部分复习课、幻灯和电影、在空气中飞行等。这部教案集集中了一线教师的实践智慧，初步反映了当时自然常识教学实施课程的实际水平。教案分为教学要求、教学重点、教学难点、教具准备、教学时间和教学过程等几部分，有些还设计了学生作业。本书摘录了“物体热胀冷缩”的教学过程，并对其教学过程进行了分析，见附录 A。分析显示：这个过程是一个以教师为中心、以教授法为主要教学方法的教学模式。在整个教学过程中，最能够体现科学特色的“实验”环节上，并没有体现出“科学实验”中的“提出问题”、“做出假设”、“提出预期”、“分离变量”、“控制变量”等方法 and 要素。因此，这样的实验课与其说是实验课，倒不如说是一堂教师上给学生看的“观察课”或没有“实验思想”指导的“动手操作”更为贴切。

不符合“科学实验”要求的实验教学，反映了教师对于“实验”认识的缺乏。这可能与师范教育缺乏科学方法的训练有关。20 世纪 80 年代用于中等师范学校的小学自然教学法教材中，几乎没有提到自然科学研究方法的书。只有一本书用 3 页的篇幅介绍了科学研究的方法——观察和实验、科学抽象、假说和理论。该书作者认为从观察、实验，经过假说，形成科学理论，这是人类认识自然界的一个过程。作为自然教师学习和研究科学的方法论，对提高教学质量有好处。但是在后面介绍具体教学方法时，该书作者并没有从如何运用的角度对这些方法做详细的说明。^{〔1〕}这也与强调观察而忽视实验教学的训练和理论研究有关。在一本出版于 1981 年的《小学自然教学法》中，用 23 页之多的篇幅来介绍观察法，却仅用了 4 页多的篇幅介绍实验法。^{〔2〕}观察和实验是小学自然教学中的重要方法，且实验教学的难度要超过观察教学，但在小学自然教学法中却没有得到充分的研究。这必然导致教师的实施课程难以体现科学实验的方法和要素。

在中国 20 世纪 20 年代周昌寿所著的《自然科学及其教授法》一书中，曾经用了两章的篇幅来介绍科学的发展和科学方法。此后的自然教学法中，这些内容要么省略，要么简略介绍。这种状况可以说也一直持续到现在，导致科学方法的教育在中国一直未能开展起来。这反映出中国自然教育长期忽视科学方法教育的倾向性，也反映出自然教学法在理论研究上的缺憾。

2.4.3 实际课程：未显科学探究性质

据推士对 20 世纪中国科学教育的考察，他发现中国初等学校的科学教师“对地理、农艺和自然的教授完全是按照课本进行的……通常教师占据了课堂上所有的时间，读课文，解释课文，甚至小到某时某刻的一个句子和一个词语；这中间没有任何图片、标本或者实物的展示，更不用说学生们对这些东西的亲自观察了”。^{〔3〕}教师中有一半以上仅使用中规中矩的讲授方式，很少或者从来不去尝试从学生那里得到各种响应，他们甚至不要求学生对他们的讲授做笔记。大多数教师随意地使用黑板，讲课时随意地做图表、画图画或者列提纲。讲授式教

〔1〕 林有禹，陈国麟，陈湘，沈振普．小学自然教学法〔M〕．北京：人民教育出版社，1983：103－105．

〔2〕 徐仁声．小学自然教学法〔M〕．北京：北京师范大学出版社，1981：149－176．

〔3〕 George Ransom Twiss. Science and education in China. The Commercial Press Limited Shanghai China, 1925: 124－125.

学最普遍的特点是：

(1) 不充分使用试验、操作或者准备类似的标本、图表、地图、图片、模型、幻灯片、显微镜等可见的辅助物，即使学校的设备中可以找到这些东西；

(2) 当演示操作、实验或者出示标本时，不能充分考虑以确定让每一个学生都能看到他期望学生看到的部分，即使完全有可能这样做时也没有做到；

(3) 有时（虽然不是特别普遍）教师讲话的声音不大、不清楚，不能让学生清晰地听到；

(4) 很大一部分的讲授课教师仅提供教科书上的事实、实验和问题，几乎都是用同样的顺序而且同样地缺乏仔细推敲。因为目前盛行的绝大部分教科书都只是枯燥的事实的压缩，所以，这种讲授课无法鼓舞和激励学生；

绝大部分教师没有把自己的实验和演示发展到一个非常完备的程度，结果导致这些实验对于学生来说不具备充分的说服力，这样学生就不能理解实验演示的意义，一个原则或者一个普通的陈述一般都需要多种大量的事实去证实它是一个普遍的真理或者只是一个运行中的假设。^[1]

1. 关于实验教学

前文分析了小学自然的实施课程未能体现科学实验的方法和要素，这里再认识一下“黑板实验”。在黑板上做实验，直到今天，在中国的学校里面还可以见到。20 世纪 80 年代，北京市委和北京市人民政府组织编写了一套《北京教育丛书》，《小学自然教学》就是其中的一本。应该来讲，这本书代表了北京市当时自然教育的最好水平，某种程度上也代表了全国的自然教学情况。在这本书里，我们可以看到黑板上做实验的案例（文中的着重号为后加）：

刚上课我就在玻璃黑板上用湿布擦湿了一块地方，当时学生都看到了。不一会儿，玻璃黑板上的水干了。我问学生：“黑板上的水哪去了？”学生会说“干了”、“蒸发了”。但什么叫蒸发，他们并不清楚，只是人云亦云。于是我在黑板上画了一个小盘子，告诉同学们：“盘子里有半盘水，时间长了你们想想盘里的水会有什么变化”？

“水少了。”

“蒸发了。”

“干了。”

“水没有了。”

我说：“你们说得都好，但说水没有了，就不够确切。”^[2]（《水的蒸发》）

然后，教师通过“讲故事”的形式来得出科学原理：

我在小盘子上画了许多大大小小的圈，再把一个个的小圈画上眼睛、鼻子和嘴，好象一个个小孩的头。我又说：“盘子里的水好象许多小孩子挤在一起，它们非常活泼，总是不断地往空气里飞着。飞了一层，又飞一层，他们不愿意总在一个地方呆着。”

“我们怎么看不见呢？”

这时我给同学们讲盘里的水就慢慢地干了。水慢慢地变成了水汽的现象叫做蒸发。^[3]

[1] 王伦信，樊冬梅，陈洪杰，解亚．中国近代中小学科学教育史 [M]．北京：科学普及出版社，2007：99.

[2] 冯蕙英．小学自然教学 [M]．北京：光明日报出版社，1990：64，158.

[3] 冯蕙英．小学自然教学 [M]．北京：光明日报出版社，1990：65.

教师认为通过形象的讲解，并配合板画、板书，可以使学生对什么叫蒸发现象、什么是水蒸气得到理解。^[1]在学习水的蒸发这种自然现象时，教师在黑板上“画”盛水的小盘子，让学生“想象”水的变化情况，而不是让学生通过观察和测量小盘子中水的变化情况来获知水蒸发的概念。这种教学方式就是典型的“黑板实验”。用“讲故事”的形式来得出科学原理固然能够显示出课堂教学的“生动”，但却不能说明水分蒸发的真正原因，对于蒸发概念的形成帮助并不大。

让我们再来看一个实验课：

做斜面实验时，我根据同学们常见的由低处往高处运东西，或由高处往低处运东西时所用的斜面，让学生自己进行实验，然后小组讨论，再把各组讨论结果向老师汇报。结论是：利用斜面运东西，比由低处往高处延竖直方向举东西省力，“斜面越陡越费力”、“斜面越长越省力，但运东西时走的路多，费时间”。结合他们讨论的结果，举一些实例来证实，使同学们都能进一步巩固了所学的知识（《物体的运动》）。^[2]

从教师的讲述中，可以看出科学实验教学是一件很容易的事情，教师一号召学生“自己进行实验”，学生就能够把实验做出来。如此，自然教学真是太简单了、太容易了。几乎不需要任何方法和教师的任何指导和教育，学生就把实验做出来了。实验本是研究物体运动的方法，我们却不知道学生做实验依据的假设是什么，所确定的变量是什么，又是采取何种办法控制变量的。

而同样是科学教育，美国的小学教师就会用一个学年的时间来教学生如何做实验。耶鲁大学管理学院终身教授、经济学家陈志武于2008年9月21日在《南方网》发表了一篇题为《教育不转型，国家只能卖苦力》的文章，认为中国经济不发达，教育应该负责任。文章中提到“国内经济学以及其他社会科学类学报上发表的许多论文只停留在假设的层面上，把没有经过数据实证的假设当成真理性结论”，“即使到现在，我经常碰到国内的博士研究生，甚至是所谓的科学家，从他们做研究、思考问题、写论文的方法上，很难看出他们真的理解科学方法的本质和基本做法”。^[3] 陈志武认为，这些都跟“我们没有从幼儿园、从小学开始强化科学方法的教育训练有关，跟没有把科学方法应用到关于生活现象的假设中去的习惯有关”。

美国的小学特别注重科学方法这项最基本的训练。据陈志武介绍，多数校区要求所有学生在小学四、五年级时都能掌握科学方法的实质。在陈志武女儿四年级时，老师就花了一年时间讲解科学方法是什么，具体到科学的思辨、证明或证伪过程。他的女儿就学到：

科学方法的第一步是提出问题和假设，第二步是根据提出的问题去找数据，第三步是做分析、检验假设的真伪，第四步是根据分析检验的结果做出解释，如果结论是证伪了当初的假设，那么，为什么错了？如果是验证了当初的假设，又是为什么？第五步就是写报告或者文章。这个过程讲起来抽象，但是，老师会花一年的时间给实例、让学生自己去做实验。

陈志武认为，在美国小学里，这种动手不是为考试，而是为了让人学会思辨，培养头脑，避免自己被别人愚弄。动手所达到的训练是多方面的，尤其是靠自己思考、靠自己找问题。在训练学生的头脑和科学思维方面，美国小学做得非常出色。

2. 关于观察的教学

在观察的教学方面，我们也存在很多问题。对于观察法，很多讲授自然教学法的书都有详细的论述。例如，观察必须有明确的目的和要求；观察应尽可能让学生利用各种感官参加

[1] 冯蕙英. 小学自然教学 [M]. 北京: 光明日报出版社, 1990: 65.

[2] 冯蕙英. 小学自然教学 [M]. 北京: 光明日报出版社, 1990: 61.

[3] 陈志武. 教育不转型，国家只能卖苦力 [N]. 南方网. 2008年9月21日.

并进行分析、比较和思考；观察必须实事求是并防止错误；教师应指导学生做观察记录；应进行实物和直观教具的演示；实际作业过程中的观察；自然界和生物角或家中的长期观察；学校园地上的观察和实习；远足参观；解剖观察；随讲随画，等等。但是真正做起来，却是走了一个“看”的过场。让我们来看一个实例：

事先布置学生自己带一个果实和一把小折刀，供上课做实验。等到上课时，我按要求检查同学带来的东西，基本上都带齐了。课上我们做纵切和横切的观察，同学们兴致勃勃地研究、讨论。绝大多数同学掌握了纵切、横切的方法，并认识到果实的基本构造，找出果实的共同特征（《植物的果实》）。^[1]

在这里，教师没有要求学生将看到的种子的真实结构记录下来。而记录数据是科学观察中最为重要的一件事。可以说，没有记录，就不可能有观察。但是，在我们的学校教育中，记录数据却被教师们经常性地忽略了。在课堂上，教师也会用到绘画，但绘画不是用于记录数据，而是成了帮助学生记忆的一个工具。由于绘画是帮助记忆的工具，是否有科学意义就不那么重要了，所以有时候画的东西错了也不知道。

纵观教师实践课程的发展历史，可以发现，在个人课程方面教师还存在对科学本质、科学方法以及科学教学认识不足的情况。由于缺乏“科学的”、“实验的”个人课程指导，实施课程设计未能体现科学实验的方法和要素。实际课堂教学中出现了黑板上做实验、用文学手段如讲故事获得科学结论的教学倾向。总之，在实践课程的实施上，我们依然徘徊于科学探究的大门之外。

2.5 经验课程尚未获得科学真谛

中国科学教育研究非常薄弱，关于儿童在自然课程学习中的经验，至今可以见到的资料还很缺乏。从鲁迅、郭沫若的文章中，我们可以看到他们学习科学以后发生的变化：

在医科开始的两年很感兴趣，那时所学的可以说是纯粹的自然科学，人体的秘密在眼前彻底开发了。我自己解剖过八个尸体，也观察过无数片的显微镜片；细菌的实习、医化学和生理的实习，都是引人入胜的东西。这差不多等于在变戏法，实在是一些很好玩的事。^[2]

把科学实验看做好玩的事情，不仅是大师们会有这样的感觉，新时代的小学生也会有这样的感觉。一个学生这么讲述自己用玻璃杯做空气成分的实验：

我做这个实验用一个玻璃杯，一只蜡烛粘在木板上，木板要比玻璃杯口大一些。还有一个放有水的水盆和一盒火柴。我做这个实验时，先把粘好蜡烛的木板轻轻放在水盆里，让木板浮在水面。再用火柴点上蜡烛，让蜡烛燃烧好，我再把玻璃杯倒着慢慢地罩在燃烧的蜡烛上。起初蜡烛仍在燃烧，不一会火苗渐渐小了，灭了。在这同时，杯里的水上升了。我仔细地观察，等到水不再上升时，用左手轻轻地托住木板，用右手保护好玻璃杯，把他们小心地拿出水盆，再把杯子倒回来，放在桌子上。点着火柴，把木板斜着轻轻地掀起一点来，把点好的火柴插到杯里，火柴立刻灭了。这个实验说明杯子里的氧气在燃烧时用完了，所以水就上升了，剩下的气体是不帮助燃烧的气体，这种气体是氮气。可见空气不是一种单纯的气体，主要是由氧气和氮气组成的，还有少量的水蒸气、二氧化碳和其他微量气体。^[3]

[1] 冯蕙英．小学自然教学[M]．北京：光明日报出版社，1990：43.

[2] 郭沫若．学生时代[M]．北京：人民文学出版社，1982：11.

[3] 冯蕙英．小学自然教学[M]．北京：光明日报出版社，1990：61.

学生详细叙述了自己动手做的过程，至于他要研究什么问题，假设是什么，预期是什么，实验需要控制的变量是什么，一点也没有说明白。教师却对此持有肯定的看法，认为“学生经过实验后，能够把用什么做这个实验、怎样做这个实验、这个实验说明了什么，用自己的话清楚地表达出来。这样的学习就绝不是死记硬背得来的死的知识。如果能够长期地、逐步地这样做下去，他们不但能够增长实验的技能技巧，还可锻炼设计能力、表达能力，以及科学的学习方法”。^{〔1〕} 由此可以看出，无论是教师还是学生，并没有理解“实验”的真正含义。

此外，观察时即便有记录，做记录的学生也不清楚他要观察什么。下面是一个观察蚕豆发芽的观察记录：

三月十二日，用水浸泡蚕豆变大了。
十三日：蚕豆更大了。
十四日：蚕豆长了一个很小的白芽。
十五日：蚕豆的白芽长了，蚕豆皮裂了一个大口。
十六日：把蚕豆种在土里。
十七日：在土里蚕豆长小根了。
十八日：土面上裂了一个小口。
十九日：小口变大了。
二十日：小口旁边的土高了。
廿一日：小口的地方有一个白芽。
廿二日：白芽高了。
廿四日：白芽抬头了。
廿五日：绿芽长得有点直了。
廿六日：绿芽已经直了。
廿七日：绿芽长高了。
廿八日：绿芽长小绿叶了。
廿九日：绿叶变得大了。
卅十日：绿叶展开了。
卅十一日：芽更高了，绿叶更大了。
四月一日至五月十六日记录（略）。
五月十八日，开花了，心是黑色，花是白色。
五月十九日——二十六日（略）。
五月二十七日：参豆花落了，只剩下许多小绿尖。
二十八日：没变化。

二十九日：小绿尖变大了，成了一个小豆角（下略，p158）^{〔2〕}

这些记录只有文学性的描述，没有科学性的测量，也没有出现用科学术语来描述蚕豆特征的句子。看起来更像是语文课上的观察日记，而与科学研究并没有多大关系。

总之，由于缺乏探究性的个人课程的指导和影响，儿童对科学的学习和认识就会停留在玩、动手、操作实验器械的层面，而并不能获得科学真谛。

〔1〕 冯蕙英．小学自然教学〔M〕．北京：光明日报出版社，1990：61.

〔2〕 徐仁声．小学自然教学法〔M〕．北京：北京师范大学出版社，1981：158.

2.6 小结

本章从课程的5个层次对中国小学自然课程的发展历史做了简要回顾，揭示了中国小学科学课程跌宕起伏的命运。

小学科学课程是随着科学被引入中国而兴起的一门课程。当科学被引入中国时，中国社会发生的剧烈动荡超过了任何一个历史时期。对于科学知识的渴求和科学中“可言述知识”的易传播性，使得自然科学教科书在理想课程和正式课程之前就率先被引入中国。由于理想科学课程的缺位和中国百年来特殊的社会发展状况，形成了以团体或党派的管理或统治意图编写教材的传统和将开发教材等同于教科书编写和教材编写的认识，而忽视了科学材料的开发。可理解课程开发最终陷入了“引入—改编—再引入”的编写怪圈，缺乏“科学的”课程开发方法指导。课程实施有赖于课程发展机制的保障，因为没有建立起来长效的课程发展机制，尤其是实践性课程培训机制，致使教师的实践性课程未能体现科学实验的方法和要素，最终导致儿童经验课程始终未得科学真谛。

如果将张之洞的“中体西用”理想课程观计算在内，一百多年来国产理想科学课程仅出现了3个。国产理想科学课程的难产和数量匮乏，折射出中国科学教育发展的薄弱程度。在国产理想科学课程匮乏的情况下，正式课程的编制较多地考虑了政府的教育政策和统治意图或者国际先进科学教育理念，而且小学自然课程设置的几经变更，致使该门课程始终处于一个“可有可无”的“副科”境地。除了教学内容鲜有变化以外，小学自然课程的课程目标、教学方法和课程发展的措施等也是几经变更，或学德国，或学日本，或学美国，一百多年来始终未能建立一个一脉相承的良好教育传统。尤其是教学方法，更是出现了倒退：20世纪80年代所倡导的“儿童自行探求或获取知识”法，抛弃了科学方法在获取科学知识上的重要性，同时也违背了人类求知的历史事实和过程。

如果把理想课程的诉求看做社会推动课程和教育发展的动力，那么前科学课程时代科学课程发展面临的最大的问题就是发展动力的严重匮乏。这部分原因在于中国科学技术水平相对落后的社会现实，部分原因在于国家未对科学教育予以高度的重视，部分原因也在于课程理论匮乏，更在于科学家和有科学专业背景的教育研究人员缺位于科学教育理论与实践的研究。在今天这个比80年代又进步了30年的高新技术时代，更需要科学家和有识之士参与到科学教育事业中，推动小学科学课程的改革！

第3章 国际小学科学教育发展概述

从正式课程角度来看,2001年我们才进入科学课程时代。环顾四周科技发达国家,他们精辟的科学教育思想和丰富的科学教育实践给我们带来了巨大的挑战。而他们成熟的科学课程发展经验,既推动了国际科学教育事业的发展,同时又为中国的课程改革提供了可借鉴的经验及发展的机遇。

3.1 文艺复兴以降其的科学教育思想及其影响

文艺复兴运动时,在复兴古代典籍的过程中,有一些人文学者致力于打破字面形式的束缚,努力寻求文字背后的“观念”(Ideas)或“实物”,通过把实物看为一种“真实的存在”(True Reality)去阐明和论证典籍,由此兴起了一股“唯实主义”的思潮。

唯实主义极力主张依靠个人的判断,找出一种方法,去探究实物(Real Things),主张“真知”(Real Knowledge)仅可由“理性”、“感官”而得,这种知识比之由记忆及依赖遗传习惯得来的强多了。其最大的特点在于它说明“实物”为“个体事物”(Individual Objects)和应用新精神方法去研究自然科学。^[1]

唯实主义思潮营造了一种“研究自然”、“发现自然”、“崇尚自然”的社会文化氛围,为科学教育的普及和发展奠定了思想上、文化上、精神上的基础,也催生了丰富的科学教育思想。一些人文主义教育家如伊斯拉谟、马尔卡斯特、拉伯雷、蒙田、夸美纽斯、弥尔顿、洛克等纷纷提出自己的新教育理论,极力反对形式的人文主义教育,主张实际世界和“实际生活”的教育,主张包含动物学、植物学、物理学等自然科学知识的“一切知识”的“全人”教育,主张女子教育,主张通过“实物教学”来学习“一切知识”。虽然这些教育理论讨论的对象在绝大多数情况下是贵族少年,但是它们对于后世教育的贡献却超越了这些教育家当时的设想。

从拉伯雷小说《巨人传》(1532—1564年出版)中,我们可以通过主人公卡冈都亚所受教育,了解16世纪家庭教育中的自然科学教育的内容、方法。^[2]卡冈都亚学习的内容涉及博物学的方方面面,他要学习观察天象;要走进草坪或其他长着丰草的地方,观察树木花草,并把它们与普林尼等人的著作进行比较;还要访问各种手工艺铺,留心手艺人的技术和创造。这种走进大自然或现象的现场,利用实际物体(太阳、树木、草、彗星等)进行教学的方法,后来被裴斯泰洛齐从理论上概括为实物教学法。^[3]从拉伯雷的小说描写中,还可以知道初等教育国家管理制度建立之前的科学教育实践活动,一般发生在贵族子弟的家庭教育场所。此时的科学教育,虽然没有教科书,没有一个统一的、甚至是系统的知识体系,教学进度和教学内容完全由家庭教师掌握,但是非常注重实物教学。

我们知道,博物学是科学的早期形态,而实物教学法则是早期科学的博物学方法在教育

[1] 格莱夫斯. 中世教育史 [M]. 吴康, 译. 上海: 华东师范大学出版社, 2005: 255.

[2] 详见: 拉伯雷. 巨人传 [M]. 鲍文蔚, 译. 北京: 人民文学出版社, 1998: 74-80.

[3] Paul Dehart Hurd, James Joseph Gallagher. 小学科学教育的新方向 [M]. 刘默耕, 译. 北京: 文化教育出版社, 1980: 28.

领域的反映。因此，在实验教学法和发现教学法被发明之前，实物教学法一直是早期科学教育的主要教学方法和原则。实物教学注重引导儿童通过观察、实验和推理研究真实的事物，以便充分运用儿童感觉印象，获得更多的实际经验的自然科学学习和教学风格，作为反对“直接的语言灌输”的一种“唯实主义”、“经验主义”或“自然主义”的教学思想，在培根、夸美纽斯、卢梭、裴斯泰洛齐、杜威等诸多近现代教育思想家的教育理论中都能够看到它的印迹。这种“经验主义”倾向为理想科学课程的萌芽及科学教育实践提供了强大的思想武器和理论基础。

3.1.1 弗吉里奥和培根的科学教育思想及其影响

第一个倡导科学教育的人文主义教育思想家是弗吉里奥（Pietro Paolo Vergerio，1349—1420年）。他倡导通才教育（All-around Education）以培养全人（Hommes Complets, Hommes Universals），赋予自古希腊以来西欧博雅教育（Liberal Education，又称为自由教育）传统以时代的解释。在他看来，博雅教育是唤起、训练和发展使人趋于高贵的身心的最高才能的教育，除了历史、伦理学和论辩术外，自然知识、天地万物的法则和性质，以及它们的起因、变化和结果，都是构成博雅教育的重要学科。^{〔1〕} 弗吉里奥在《论绅士风度与自由学科》一文中探讨了自然学科纳入学习内容的重要性。他认为算术探讨数的特性，几何研究点、线、面、体的性质，两者都是重要学科。天文学研究星辰的运动、大小、距离，人们可以研究恒星和行星，预测日食、月食。因此，自然知识，包括天地万物的法则和性质，以及它们的起因、变化和结果——这是最令青年人高兴，而且又是有益于青年的一门学科。^{〔2〕}

弗吉里奥的科学教育观点由人文主义教育家维多里诺（Vittorino da Feltre，1378—1446年）在宫廷学校——“快乐之家”中付诸实践。维多里诺除了为学生开设语言、语法、雄辩术等传统人文课程外，还有历史（包括自然史）、自然哲学、数学（包括几何、代数、测量、度量、绘图，几何中还包括地理学知识）、天文学（包括力学知识）、逻辑、辩证法等。不仅开设自然科学课程，他还亲自讲授代数学、天文学和各门自然科学。快乐之家也因此成为最早实践弗吉里奥科学教育思想的人文主义新教育学校。

第一个吹响近代科学教育号角的人非培根（Francis Bacon，1561—1626年）莫属。孟禄曾评价培根对后世的影响是“给了教育一个新的基础，一个新的目的，一个新的趋势”。在培根的著作中，对教育或科学教育的直接论述并不多见。但他的归纳法结束了亚里士多德派经院主义演绎的逻辑长期以来对大学教育的统治，给大学科学教育和科学研究指明了前进的方向和发现新知识的“新工具”，也给新时代的人们提供了一种新的生活哲学；他的《新大西岛》提供了一个由能够做各种物理学的、化学的、天文学的、医学的、工程学的实验和发明的科学家管理的乌托邦社会；他的“所罗门学院”中，各种各样科学设备和设施装备齐全，人们热心采用归纳法从事科学实验研究，搜集各地的书籍和论文，定期到国外访问，新的学生（学徒和实习生）源源不断地接受科学训练，……这些都为科学学校的兴建和运转提供了绝佳的范本。

据格莱夫斯的考察，培根对教育的深远影响，还在于许多创造现代教育的精神的人都深受其影响。最初把他的方法直接应用到教育上面的，是日耳曼的沃尔夫冈·冯·拉特克。而

〔1〕 渠敬东．现代社会中的人性及教育——以涂尔干社会理论为视角〔M〕．上海：上海三联书店，2006：39．

〔2〕 刘明翰，刘丹忱，刘芳华．文艺复兴时代的教育思想家〔M〕．济南：山东教育出版社，2006：21．

用得最有效果的，是捷克的夸美纽斯。^{〔1〕} 受培根影响，文学家弥尔顿于 1644 年出版了《教育短论》，倡导百科全书式的学科课程，以实现“培养平时和战时能公正、机智地，而且恢宏大度的执行一切公私职务的人”的教育目标。他主张从古代广泛的作家中选取有益于日常生活所需的数学、农学、生物学、建筑学、博物学、地理学、医学、伦理学、法律学、经济学、政治学、逻辑学、修辞学、诗歌等百科全书式的知识，传授给儿童。^{〔2〕} 此外，17 世纪中叶，经济学家和科学家也著书立说，论述将数学、机械技术纳入学校教育的可行性或提出学校方案。在英国有化学家、物理学家罗伯特·波义耳（R. Boyle，1627—1691 年）和经济学家威廉·佩第（W. Petty，1627—1687 年），在德国有经济学家贝彻（J. J. Bacher，1635—1682 年）和韦格尔（E. Weigel，1625—1699 年）等人。

3.1.2 夸美纽斯的科学教育思想及其影响

夸美纽斯（J. A. Comenius，1592—1670 年）在教育史上的贡献是多方面的。就科学教育而言，他可以说是历史上首位系统地论述学校科学教育的教育家。他将自然科学知识纳入到由“一切艺术和科学”组成的“一切事物”的教学中，本着学问、德行、虔信的教育目的，提出了将“一切事物教给一切人们”的泛智教育思想；他还在《大教学论》中论述了母语学校、国语学校和拉丁语学校科学教育的目标、内容、教学原则和方法、教科书等方面的问题（见表 3-1）。^{〔3〕}

表 3-1 夸美纽斯对于学校科学教育的论述

学 校	母 语 学 校	国 语 学 校	拉 丁 语 学 校
目标与目的	必须把一个人在人生旅途中应当具备的全部知识种子播种到儿童身上 学习各类科学的初步知识或基础知识	应当把对青年人终生有用的事物教给一切 6~12 岁的青年 学习宇宙学中最重要事实，学习技艺的最重要原则，进行农业、商业或其他职业生活的熏陶	应当学习 4 种语文，应当学得一种百科全书式的知识 培养算术家、几何学家、天文学家、物理学家等各种专家
内容、教学原则与方法	学习物理学、光学、天文学、地理学等各种科学 外感官应该得到练习和教导，以辨别周围的事物 允许儿童并实际教儿童不断地用他们的手，在机械学方面受到一种训练。儿童的活动不应当受到阻碍，应当受到鼓励，得到熟练的指导 教学时应该给儿童提供画有物理学、天文学、几何学中最重要物件图像的“图画书”作为教科书	学习数学、测量、宇宙学、历史与地理、机械科学、经济学等； 主张进行感官的教育，利用感官去发展心灵 主张教导应当与娱乐结合，训练学生的内感官、想象力与记忆力及其相关的器官	学习自然史、地球的组成、元素的力量、动物的种类、植物与矿物的能力和人体的构造、包括医学、农学和其他技艺的物理学等 根据因果法则的科学和艺术，去领悟感官搜集来的知识并加以判断 除了知道以外，学生还能把所学知识应用到人生的各种用途上去

〔1〕 格莱夫斯．中世纪教育〔M〕．吴康，译．上海：华东师范大学出版社，2005：284.
〔2〕 佐藤正夫．教学原理〔M〕．钟启泉，译．北京：教育科学出版社，2001：83.
〔3〕 根据夸美纽斯对各类学校的素描整理而成，见夸美纽斯．大教学论〔M〕．傅任敢，译．北京：教育科学出版社，1999：207-225.

学 校	母 语 学 校	国 语 学 校	拉丁语学校
教材	自编历史上首本带插图的教学书《世界图解》，直到 19 世纪还在使用		

夸美纽斯也是历史上第一个从感觉主义角度明确地论述科学教学法的教育家。在他看来，科学是“关于自然的知识”，需要人的内知觉（心灵和悟性）与外知觉（感官感知）通过“必需的注意”相互作用才可获得。因此，科学教学的“金科玉律”是要将“事物”尽量地放到感官（视官、听官、嗅官、味官和触官）前，“事物”是指“一定的”、“真实的”、“有用的”、“能够在感官与想象上面印上印象”的东西，而不是什么“事物的影子”。这样说的理由有三点：第一，知识的开端永远必须来自感官；第二，科学的真实性与准确性依靠感官的证明多于其他一切；第三，感官是记忆的最可信赖的奴仆，采用感官知觉的办法，知识一经获得，便永远得以记住。夸美纽斯的认识论被英国哲学家洛克从哲学角度总结为经验主义。^{〔1〕}在《人类理解论》中洛克认为知识有两个来源：一是通过感觉被动接收的世界物质，二是心灵自己的活动。

3.1.3 卢梭的科学教育思想及其影响

18 世纪，法国思想家卢梭提出了发展儿童本性的“自然主义”教育思想。卢梭认为儿童教育应当遵循儿童天性发展，“儿童不是向书本而是向实物学习的”，因此，自然主义着力于采用“自然”的方法，在“自然环境”中培养“自然人”。在《爱弥尔》中，卢梭提出让儿童学习自然科学，但他的主张带有浓厚的理想主义色彩。

德国教育家巴泽多（Johann Bernhard Basedow, 1724—1790 年）将卢梭的教育思想应用于自己的学校实践中，进行了 18 世纪最卓有成效的普通教育中的科学教育实践。1774 年，巴泽多在德绍创办了“泛爱学校”，招收 6~18 岁的学生，男女同校。巴泽多将解剖学、物理、数学、几何、实用技术等引入该校的课程中（见表 3-2），^{〔2〕}还在学校里设立了一所自然科学实验室，实验室内的墙上挂着动植物标本和挂图、人体挂图，桌上放着量角器、地图和书籍等。教学时，教师将学生领进实验室面对自然“实物”，对学生进行“实物教学”。除此之外，泛爱学校的学生还要经常去工厂、军营、农庄、市场等地参观和体验，学校也会安排学生旅行。

表 3-2 巴泽多泛爱学校年长寄宿生第一班自然科学教学情况一览表〔3〕

时 间	顺 序	课 程	教 师	教材及编著者
15:00—17:00	礼拜一至二	地理	霍伯	《地理学》普芬尼希
	礼拜三	人体解剖学知识和一部分化学课程	克瑞茨施玛医师	
	礼拜四至六	数学绘图	威尔克	
17:00—18:00	礼拜一至三	数学	布斯	《哲学与数学导论》埃伯特
	礼拜四至六	物理		《物理学》埃克勒贝
18:00—19:00	一周两次	天体知识	威尔克	《天体手册》西米德

〔1〕 博伊德，金．西方教育史〔M〕．任宝翔，吴元训，译．北京：人民教育出版社，1985：285．

〔2〕 杨汉麟．外国教育实验史〔M〕．北京：人民教育出版社，2005：37．

〔3〕 根据《年长寄宿生第一班作息时间表》改编，选自杨汉麟之《外国教育实验史》第 35 页．

巴泽多的教育教学思想一部分来自卢梭，一部分来自 1748 年做家庭教师时获得的成功实践经验，另一部分则来自他 1752 年在基尔大学攻读硕士学位（其硕士学位论文为《实物主义——直观主义教学法》）时的理性思考和研究。这些经验和其研究经历为巴泽多的科学教育实践打下了扎实的基础。

3.1.4 裴斯泰洛齐的科学教育思想及其影响

裴斯泰洛齐（Johann Heinrich Pestalozzi，1746—1827 年）是将卢梭的自然主义教育运用到其理论与实践中的另一位最有影响的教育思想家，他也是一位足以与卢梭、杜威等人齐名的教育哲学家。裴斯泰洛齐对认识论基本问题的看法奠定了教育的哲学和心理学基础，开创了欧洲历史上一个独一无二的新教育时代。裴斯泰洛齐认为，感觉印象是一切知识的绝对（真正）基础。我们的一切认识是通过感觉的机制去认知的。可知世界是通过感官进入我们的内心世界的，在进入内心世界之前，我们是一无所知的。但是，感觉只能传递无联系的混沌的经验，经过训练的心智则将感觉印象凝炼成思想。语言的作用是重要的。通过语言，感觉转变为思想，并组成连贯的概念和记忆，^{〔1〕}其过程如图 3-1 所示。感觉印象是一切知识的绝对（真正）基础，而人类的发展过程必须是一种遵循自然发展的过程，不能有生硬与强制的因素。因此，对大自然的感觉印象也是人类教学的唯一真实的基础。感觉在心灵能形成关于某一事物的观念之前先要与这一事物有所接触，因此，教学也必然要让儿童与事物有直接的接触。这种教学被裴斯泰洛齐称为“直观 ABC”。裴斯泰洛齐的教育心理化的重要思想以及语言、数目、形状等小学各科直观教学法，使得初等教育改变了以往“随意”的无方法指导的状况。在裴斯泰洛齐之前，儿童教育采用教师提问、学生回答的简单方法。虽然夸美纽斯的教学原则和方法没有得到学校的普遍采纳，但“直观 ABC”将初等教育引上了遵循儿童认识心理发展的道路，引发了欧洲各国对其经验的学习热潮，有力地推进了欧洲初等教育的发展。

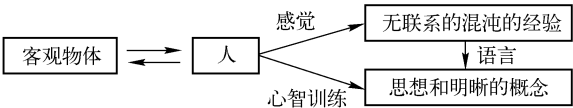


图 3-1 人类认识机制

裴斯泰洛齐的主要贡献在于初等教育的理论与实践方面，却间接地对建构科学教育思想和自然科学课程进入学校做出了贡献。在他看来，自然科学是数、形、词教育的一条路径。他认为：我们在数目与形状教学的课堂上引导学生进行抽象思维，为科学观点逐渐铺平道路，要考虑把自然界的历史作为一个范例。^{〔2〕}他提出科学教学要始于儿童的观察：

任何儿童只要已经学会了细心地观察在静止和运动状态下的水，或者水的多样形式——露水、雨、雾、蒸汽、冰雹、雪等——并且又学会了观察水对其他物体的多样作用，能清楚地表述它们，那么，他就已经获得了物理学家观察事物的方法的基础。与此类似，孩子也熟悉了这类现象，如盐和糖的溶解，经过蒸发和结晶它们又恢复原状，大理石转化为白垩，打火石转化为玻璃，这就很好地为科学地研究这些事物做好了准备（p472）。

〔1〕 丹尼尔·恩·罗宾逊.《裴斯泰洛齐著〈葛笃德如何教育她的子女〉及裴斯泰洛齐教育著作选》序言〔A〕.裴斯泰洛齐.裴斯泰洛齐教育论著选〔M〕.夏之莲,等译.北京:人民教育出版社,2001:486.
〔2〕 裴斯泰洛齐著.裴斯泰洛齐教育论著选〔M〕.夏之莲,等译.北京:人民教育出版社,2001:472.

科学教学最重要的一个环节是让孩子们将他们看到的和想到的用语言表达出来，就如同“要素”方法要求的那样：

无论怎样限制一个孩子的经验，他也肯定熟悉半打以上的哺乳动物，就像熟悉许多鸟、鱼、昆虫、两栖动物和蚯蚓等。如果他从小时起就学会认识它们及它们的主要情况，又如如果他已学会自己清楚地表述它们，就像“要素”方法教他的那样，那么，这样的一个孩子就获得了动物学家、鸟类学家等人的可靠的和自然的介绍的观点。如果环境许可，他能从事这类研究并有相当多的成功机会（p472）。

裴斯泰洛齐在瑞士进行了长达 20 年的初等教育实验，总结出基于“发展儿童自然能力”的要素教育理论。他的分科教学法、实物教学等教学思想和方法被介绍到西欧各国，极大地推动了初等教育的发展。公允地讲，“实物课”并不是裴氏的原创，早在拉伯雷的小说中或者更早的唯实主义文学作品中，我们就可以发现其踪影；“实物教学”和“直观教学”也不是专门、唯一地用于自然科学教学的教学方法，在裴斯泰洛齐的理论中，它们是初等教育中“语、数、形”三科教学的共有的教学方法。但是，裴斯泰洛齐的实践和思想却成为各国学习和借鉴的模范。其影响波及 19 世纪时的法国、普鲁士、英格兰、英国和美国的初等教育和师范教育。说 18~19 世纪是裴斯泰洛齐的世纪也不为过。

3.1.5 斯宾塞和赫胥黎的科学教育思想及其影响

1859 年，近代英国著名的哲学家和社会学家赫伯特·斯宾塞（Herbert Spencer，1820—1903 年）发表了题为《什么知识最有价值》的论文，充分论证了科学知识的价值，阐明了科学对于社会进步和个人生活的价值与意义，大声疾呼重视科学教育。它在理论上结束了英国国内争论了长达半个世纪的关于“国家要办怎样的教育”问题，也为科学课程进入古典教育一统天下的教育体系提供了强大的理论依据。据丹尼尔·斯坦夫妇声称，该文在美国发表和引发讨论以后，科学学科逐渐获得了新的地位，并且迅速地被引进到各级课程中去（丹尼尔·斯坦夫妇，p59）。因此，在科学教育史上，斯宾塞的这篇论文具有划时代的伟大意义。

英国著名自然科学家和教育家托马斯·亨利·赫胥黎（Thomas Henry Huxley，1825—1895 年）在 1869 年发表的题为《科学教育》的演讲中，提出把一切科学知识都教给每一个学生的企图是非常有害的。在学生离开学校之前，都应当牢固地掌握科学的一般特点，并且在所有的科学方法上多少受到一点训练。为此，儿童应该学习关于自然现象的一般观点，学习观察自然界的主要现象，以及在更严格意义上进一步学习自然科学，包括注重形式及形式间相互关系的科学（如植物学）和论述因果关系的科学（如物理），以及化学和人体生理。在赫胥黎看来，科学的思维方式和所有的科学方法与科学知识一样重要，都是科学教育的重要内容。而且形成科学的思维方式和训练学生所有的科学方法应该贯穿科学学习的整个过程。即使在今天看来，他的观点一点也过时。科学方法的学习，在 20 世纪的科学教育中已经成为儿童教育的重点。

有人认为赫胥黎在科学教育运动中起到了如下作用：培育发展科学教育的领头羊，推动实验室教学的发展，奠定自然科学在学校课程设置中的合法地位，协调科学教育与自由教育的关系，促进科学教育重心由科学知识向科学方法的转移。^{〔1〕}此外，赫胥黎还大力宣传达尔文的进化论以及通过演讲向社会宣传科学教育的重要意义，对英国和欧洲各国的科学教育事

〔1〕 檀慧玲：赫胥黎在近代科学教育普及和发展中的作用〔J〕．山东师范大学学报（人文社会科学版），2008，Vol. 53（1）．

业的进步起到了极大的推进作用。19 世纪五六十年代,英国掀起了一场通过像赫胥黎这样的科学家和斯宾塞的《教育论》的出版而引起的科学教育运动。^[1]

正是由于这些思想家的倡导,在古典教育盛行的欧洲,自然科学逐渐从个别国家或个别学校的教育试验行为扩展成为全欧洲初等教育的必开课程。

3.2 19 世纪国际小学科学课程发展历史概述

从某种程度上来说,国际小学科学教育的发展也可以看成一个与各国创办免费初等教育(又称普及义务教育)运动相伴随而发展的一个过程。众所周知,16 世纪欧洲宗教改革领袖马丁·路德(Martin Luther, 1483—1546 年)首次提出国家政府有强迫人民送子女入学的义务,有责任设立完备的学校教育儿童的主张。但路德也同时提出了学校应该用母语教授《圣经》和开设自然科学的主张。之后路德的思想被他的好友和同志梅兰希顿和尼安德等新教教士逐步在不同地区实施。但在 19 世纪之前,科学教育只在极少数的学校予以实施。如 1640—1642 年,哥达公国安士特公爵实施了一项名为“学校方法”的计划,自然科学像平常的初级学科及宗教一样,被提供给入学的儿童。根据格莱夫斯的考察,此时关于“科学”的功课,无非是教儿童用“滴漏”(Hour-glass)、“日规”(Sun-dial)练习测量,观察平常的动植物,以及其他对性质简单的物体的研究。^[2]

由于宗教教育长期统治儿童教育领域,科学教育并没有随着初等教育在各国确立而同时得到确立。从 16 世纪 20 年代开始,创办初等教育的运动从德意志领土扩展到了法国、荷兰、北美殖民地、瑞士、苏格兰等地,一直持续到 19 世纪末。1763 年普鲁士国王签署并颁布了《普鲁士邦立学校通则》(一译《全国学校规程》),在西欧各国中率先实施义务教育,其教育内容就是以宗教教育和识字、阅读为主,这一做法也为其他国家所效仿。在北美殖民地,欧洲移民虽然建立了包括儿童识字班和小学的发达的初等教育,但学校非常重视神学教育,只负责向儿童传授读、写、算三项基本功,直到 17 世纪后期,算术才进入课程体系。^[3]法国资产阶级大革命时期,相继提出众多的初等教育计划和颁布了各种教育法案,如格列朗教育计划、孔多塞教育计划等,都倡导在各级各类学校中实施包括植物学、自然史、化学等科目在内的百科全书式的教育。多努教育法令更是提出中心学校实施一种“国民的、世俗的科学的教育”,培养“维护共和政体者”。但是,这些主张得到实施却是 19 世纪的事情了。

到了 19 世纪,小学科学陆续进入各国的小学课程体系,形成了不同的教育特色。

3.2.1 美国

美国从引进裴斯泰洛齐的“实物教学”,到帕克的改革,逐渐形成了美国式的科学教育特色。

据 A. Ornstein 对 1800—1900 年间小学课程变化的研究,发现 1800 年美国小学只有阅读、拼写、圣经、写作、算术 5 门课程,前 3 门为最主要的课程。1850 年的美国小学课程中出现了“实物课”,1875 年有了“初等科学”,到了 1900 年,科学教育课程则变成了“自然研

[1] J. Lawson, H. Silver. A Social History of Education in England. London: Methuen & Co., Ltd. 1973: 303.

[2] 格莱夫斯. 中世纪教育 [M]. 吴康,译. 上海:华东师范大学出版社,2005: 309.

[3] 唐黎. 美国初等教育的历史变迁 [J]. 四川教育学院学报,2002 (5).

究”和“初等科学”这两门课程。^{〔1〕}这至少说明在19世纪中叶以前,美国小学是没有独立设置科学学科的(Hurd & Gallagher 也持有这一观点,1980)。真正具备科学教育功能的实物课,在裴斯泰洛齐看来是通过儿童对“实物”——真实事物及其与周围其他物体相互之间关系的细心观察,使儿童获得“物理学家观察事物的方法”或者“动物学家、鸟类学家等人的可靠的和自然的介绍的观点”。^{〔2〕}但是,这一时期的实物课,却充斥着宗教教育和道德教育的味道,虽然已经出现了按照概念体系编排的课程表,在“实物课”上,教师也会鼓励儿童观察周围世界,识别和区分周围的事物,但是儿童学习主要还是死记硬背名词和孤立的事实。^{〔3〕}

19世纪70年代后的30年里,美国掀起了一场席卷全国的公立学校改革运动。在这场改革运动中,得益于帕克的“昆西学校实验”和“库克县师范学校实验”,科学课程逐渐显示了开展“直观教学”和体现“儿童中心”的有效性,成功地跻身于小学课程体系。据约瑟夫·迈耶·赖斯考察,芝加哥库克县师范学校的教师们在校长帕克(Francis Wayland Parker, 1837—1902年)的支持下,在文学、科学和艺术教学中创造性地运用地图、图片、模具和各种教具进行教学,这引起了赖斯的注意和好评。^{〔4〕}其实早在帕克1875—1880年担任马萨诸塞州昆西市公立学校督学时,就开始了著名的昆西学校实验。他吸收了裴斯泰洛齐的教学原理和方法,福禄培尔的尊重儿童的观点,以及赫尔巴特关于注意的理论(Lawrence A. Cremin, 1962, p134),本着是“儿童”处于学校中心而不是“任何科目”,“教育要使学校适应儿童,而不是使儿童适应学校”的“儿童中心”思想和原则,大胆改革学校的传统课程。

帕克提高了自然常识在学校课程中的地位,将自然常识、地理与历史置于课程的中心地位;在自然常识和数学的教学中倡导“实物教学”和“归纳法”;将自然常识的学习与艺术、文学和体育运动综合起来。自然课教师由教师带领儿童到附近田野或者湖畔边观察边探讨,把观察结果带回教室后,随即开始分析、说明或实验。在帕克的实验学校里,自然科学教学更多地是以体现“儿童中心”和进行实物教学时的有效课程组成部分出现的。在帕克的《中心整合法的理论》一书中,他用同心圆模式详细地阐明了这种以儿童为中心整合课程的理论。同心圆的中心是儿童,外围从内到外依次分为6个层次:物质、能源;生物、化学、物理;历史、人种学、人类学、动物学、气象学、天文学、地理、地质、矿物学;阅读、观察、听;说、写、描画、彩色、造型、制作、音乐、姿势;形、数。这样就以儿童感兴趣的活动为中心,将所有的学科综合起来。^{〔5〕}帕克的“昆西实验”开创了美国式“科学教育”的先河,其精华经过杜威、施瓦布、萨其曼等人的理论阐述,逐渐形成了“探究式”科学教育模式。

就在帕克开展“昆西实验”的同时,最完整的一个小学科学课程计划出炉了。据Hurd和Gallagher考察,这是1879年E. G. 豪为伊利诺斯州平原师范学校写的。^{〔6〕}该计划是为一年级到九年的儿童开发的一个综合性的科学活动体系,经过试用和试验了14年后才于

〔1〕 汪霞. 国外中小学课程演进 [M]. 济南: 山东教育出版社, 2000: 3.

〔2〕 裴斯泰洛齐. 感官经验与高级劳动和自然界历史的关系 [A]. 选自: 裴斯泰洛齐教育论著选 [C]. 夏之莲, 等译. 北京: 人民教育出版社, 2001: 472.

〔3〕 Paul Dehart Hurd, James Joseph Gallagher. 小学科学教育的新方向 [M]. 刘默耕, 译. 北京: 文化教育出版社, 1980: 31.

〔4〕 劳伦斯 A. 克雷明. 美国教育史 (2) [M]. 洪成文, 等译. 北京: 北京师范大学出版社, 2002: 255.

〔5〕 范树成. 综合课程理论流派探析 [J]. 外国教育研究, 2000 (2).

〔6〕 Paul Dehart Hurd, James Joseph Gallagher. 小学科学教育的新方向 [M]. 刘默耕, 译. 北京: 文化教育出版社, 1980: 30.

1894年在豪的著作《系统的科学教育》中予以公布。该计划包括学习所需的时间、内容范围、详细的教学步骤、开展活动所必需的教具,以及客观地叙述事物的课文。因为条件有限,我们无法得知这个计划实施的情况。但从大纲内容上来看,它完全具备了正式课程的要素。并且从时间上来说,它比杜威提出的芝加哥实验学校的计划还要早两年。可见,早在杜威之前,美国就出现了“儿童中心课程”的教育实践和课程计划了。而通过杜威的实践和哲学概括,“儿童中心课程”从美国传遍世界各地,其影响一直延续到现在。

3.2.2 法国

有证据表明,法国在19世纪初就兴办了大量实验和推广裴斯泰洛齐教育原则的学校。^{〔1〕}19世纪30年代,在七月王朝公共教育部长弗朗索瓦·基佐(F. Guizot, 1787—1874年)的主持下,法国颁布了初等教育法(即《基佐法》),开始由国家“对儿童实施最低程度的初等教育”。《基佐法》规定,法国的小学分为基础小学和高级小学两级。基础小学开设的课程包括道德、阅读、书法、法语语言、算术和几何、直观课、画图、手工劳动、唱歌及体育等。高级小学(11~13岁)中要求采用散步课或者简单的报告学习科学性知识(物理和生物学科,卫生、农业和园艺学的概念)。^{〔2〕}从法律层面上来看,自然科学知识进入了小学校,但读写算基本知识教育、道德教育和宗教教育依然是小学教育的重点,自然科学只是学生附带学习的科目。

自拿破仑三世推出在每所小学里设立一个图书馆的教育举措后,小学科学教育的情况得到了一些改善,儿童可以通过阅读科普书籍接受新知识的熏陶。根据公共教育部的要求,一些“鼓吹科学技术,向农村青年介绍煤气照明、农田施用石灰或家庭卫生好处多”的科学书籍进入了小学图书馆供学生阅读。与此同时,一些由优秀科学家撰写和出版的科普作品也进入了小学,如《小溪的故事》(埃利泽勒克吕,1869年)、《天空的故事》(黑泽勒,1872年)等,采用讲故事的形式对儿童进行科学教育。小学教科书也增加了介绍现代化的新知识的内容。其中,最成功的要数奥古司汀·傅叶出版于19世纪70年代末的《两个孩子环游法国》,^{〔3〕}这本书一直使用到第二次世界大战爆发。^{〔4〕}在自由帝国时期政府要求在为已经就业的未满13岁的小学生开办的夜校里,学生还可以“学习化学,以解释土壤改良或者织物的染色;学习自然史,以便更好地了解蚕的微粒病或者葡萄根蚜虫病害;学习物理,以洞察金属的热效应或者分析作用于地窖拱顶的合力”。

19世纪后半期,法国小学开始流行实物教学法。亚历山大·贝恩主张实物教学法的《教育科学》于1879年被翻译成了法文,实物教学法成了小学自然科学教育的主要教学方法。有时候,教师也会演示一些实验,如酒的蒸馏、氧气燃烧等,但观察实物或者观察替代实物的图画,依然是教师在科学课上经常采用的教学方法。除了课堂上学习自然科学知识,学生们有时也会去收藏有石斧、燧石、动物头骨、哺乳类头骨等实物的学校博物馆参观。

3.2.3 德国

对德国19世纪初等教育发展做出卓越贡献的人,莫过于普鲁士公共教育部长洪堡。洪堡

〔1〕 孙祖复. 福禄培尔的生平与教育思想. 详见: 福禄培尔. 人的教育 [M]. 孙祖复, 译. 北京: 人民教育出版社, 2001: 3.

〔2〕 汪霞. 国外中小学课程演进 [M]. 济南: 山东教育出版社, 2000: 383.

〔3〕 张丽. 法国茹尔·费里的初等教育改革 [J]. 世界历史, 1994 (4).

〔4〕 本部分内容主要源自法国教育部有关人士的介绍, 详见: 乔治·夏尔帕. 动手做——法国小学科学教学实验计划 [M]. 黄颖, 苏文平, 安延, 译. 北京: 人民教育出版社 (内部资料): 72.

先后于1802年和1803年公布初等义务教育法案，在小学增设博物、自然常识等实用学科。为了推行教育改革，他派遣了一批青年教师到瑞士学习裴斯泰洛齐的教学理论和教学方法；同时，还从瑞士请来了裴斯泰洛齐的学生哈尔·齐勒，在普鲁士创办师范学校，培训国民学校师资。洪堡推行教育改革，没有停留在学习、移植国外的先进经验上。受裴斯泰洛齐、康德、费希特等人的影响，从德意志民族和文化实际出发，洪堡形成了独特的教育思想。他著文阐述自己的教育思想，并将其贯彻到高等、中等和初等教育领域改革的行动中。就初等教育而言，洪堡认为：“初等教育只包括对各种思想的描述，以及对各种思想的初步和原始的分类。”因此，“初等教育可以毫无害处地将各种材料或多或少地吸收到关于自然知识和社会知识的教材中来，以进行上述那种教育”。他主张在初等教育中进行“统整”的教育。他说：“假如我们相信儿童在每个时期接受普通教育的可能性来决定课程的数量与性质，并使每门课程总对儿童产生最大、最佳的影响，那么，课程必须要有相当的统一性。”〔1〕

洪堡关于初等教育课程具有“统一性”的论述，反映出鲜明的德意志特色。我们在阅读与洪堡同时代的德国哲学家康德和教育家福禄培尔、赫尔巴特、第斯多惠等人的教育论著时可以强烈地感受到，如此多的学者都明确地提出了相似的主张，不得不令人想到德意志民族“统整地”认识自然的哲学意识。受这种哲学意识支配，赫尔巴特以统觉心理学为依据，提出了教材联络论，即在课程中安排各学科时，要使一门学科的教学经常地联系其他学科的教学。福禄培尔认为自然教育应当“把当时处于自然联系中的事物展示在儿童或学生面前并由他们加以研究，那么，这必然会促使他们达到对事物的本质，即一般地说自然和外界的本质最明晰的洞察”，而教学应当以“循序渐进的自然与外界观察从最近的周围事物开始，依次从比较近的、比较熟悉的向比较远的和比较不熟悉的事物过渡”。〔2〕德国教育家哈尔尼斯（C. w. Har-nisch，1787—1864年）提出了整合学科联系、编制统一课程的建议。他提出小学应开设国语、世界科等6门课程。世界科是一门关于地理学、矿物学、物质学、动物学、人类学、民族学、国家学、历史学的综合课程。其教材是根据儿童生活空间的扩大的特点按由近及远的原则加以编排：由家庭和学校→乡土→地方→国家→全球组成的同心圆式的课程结构。〔3〕

1872年，德国《普通学校法》对国民学校的课程设置做了规定，自然学科进入课程体系。〔4〕在单级制学校中，自然学科在中高级阶段开设，分别为6学时（每周总学时为30）；在多级制学校（指那些有三个或不少于四个班级的学校）中，自然学科也在中高年级阶段开设，学时分别为6和6（8）（每周学时中年级为28，高年级为30或32），自然课的学时比例达到了总学时的20%，高出中国自然设科以后的最高比例4个百分点。该法令在“学校用书和练习本”中规定：“可以要求多班制学校的学生购置自然学科教学用的入门书，以及一套渐进的多卷读本和一本地图手册。”可见，德国的自然常识或自然科学的教育通常情况下会与地理等其他课程融合在一起，进行“合科教学”。

〔1〕 洪堡．立陶宛的学校计划（1809）〔A〕．李其龙，译．选自：瞿葆奎．联邦德国教育改革〔C〕．北京：人民教育出版社，1991．

〔2〕 福禄培尔．人的教育〔M〕．孙祖复，译．北京：人民教育出版社，2001：203．

〔3〕 德国综合课程的发展可见：范树成．综合课程理论流派探析〔J〕．外国教育研究，2000（2）．

〔4〕 法尔克．普鲁士国民学校和中间学校的一般规定（1872）〔A〕．高更夫，译．选自：瞿葆奎．教育学文集（第21卷·联邦德国教育改革）〔C〕．北京：人民教育出版社，1991．

3.2.4 英国

继赫胥黎在大学倡导实验室教学以后，英国的小学校在 19 世纪末也引入了实验室教学。1897 年，英国教育家、时任伦敦市中央工业学校化学教授的化学家阿姆斯特朗（E. H. Armstrong）在一次国际工业教育大会上，宣读了题为 *Heuristic Method of Teaching or Are of Making Children Discover Things for Themselves* 的论文，介绍了他 1888 年后创立的发现教学法（Heuristic Method）。^{〔1〕} 大英协会对其教学效果进行调查以后，于 19 世纪 90 年代后期向 40 个学校在物理和化学两个学科教学上推行这一科学教学方法。1897 年，大学入学实验委员会也规定学生在进入大学之前必须自己会做科学实验，1898 又规定小学校必须设有实验室以供学生学习科学实验，并向小学校推广此教学方法。据顾任伊 1919 年在《教育研究》第三期撰文《欧美理科教授之新潮》介绍，发现法是一种在实验室进行的，采用观察、实验、推理诸方法，由学生自行设计实验对儿童熟悉的日常生活现象进行研究的教学方法。由此可以推断，英国的小学校在 19 世纪末实现了科学教育方法上的更新。

3.3 20 世纪美国小学科学课程发展历史概述

种种迹象表明，20 世纪以来美国向世界输出了越来越多的教育思想、课程理论和教育改革的实践经验，在小学科学教育领域尤其如此。因此，我们很有必要对“美国式”的教育改革模式和小学科学课程发展历史及其经验做一番深入认识。

3.3.1 “科学的”、“美国式”的教育改革模式

在 19 世纪末美国的“公立学校运动”中，形成和显现了一种“科学的”、“美国式”的教育改革模式。所谓“科学的”，是因为美国的学校和教育家在进行教育改革时，采用了“实证性研究”的“科学研究模式”。改革者们先提出教育的理想或目标，然后根据假设的目标或理想开发课程，再与学校教师合作，将新课程运用于课堂教学，对新课程的效果进行评价，最后根据测量和评价的结果检验先前假设的教育理想和目标是否合适。例如帕克的“昆西实验”和杜威的“芝加哥学校实验”，其共同的特征就在于教育实验的“实证性”。所谓“美国式”的，是指由此涌现出了一大批以“课程开发”为研究对象的教育研究工作者，他们开辟了一个新兴的研究领域——课程领域。在课程论学者们看来，如果不以课程为载体，研究和解决教育问题就如同缘木求鱼。“科学的”和“美国式”的教育改革模式在杜威那里结合得最为完美，他的实用主义哲学也为开展基于“科学方法”的科学教育奠定了哲学和理论基础。

如果说培根是在哲学领域将科学方法进行理论概括的第一人，那么杜威可谓将科学方法恰当地与儿童经验相结合，然后将其引入教育领域的第一人。杜威在芝加哥学校开设了手工训练、商店、缝纫、烹饪等课程，以满足工业主义压力下产生的新的社会需求。这些课程的学习需要“从经验中学习”，这种经验是区别于“比较粗糙的尝试错误”的“反省的经验”，是科学理性的“实验性”经验，而非纯粹感官经验的“经验性”经验。这样，杜威就将科学

〔1〕 顾任伊的文章是目前能够查到的国内最早的一篇介绍欧美 19 世纪末 20 世纪初科学教育情况的文章，他的文章帮助我们了解了这一时期欧美科学教育情况。关于发现法的介绍，在周昌寿 1925 年编译的《自然科学及其教授法》（商务印书馆）一书中也有介绍，而且说法与顾任伊相似。

实验和科学思维方法引入到学校教育中。在他看来,科学实验和实验室经验对于学生经验发展和思维训练具有非同寻常的作用。杜威曾说:

哪里的学校设置了实验室、车间和园地,哪里充分地运用了戏剧、游戏和运动,哪里就存在种种机会,使实际生活的情境重现于校内,使学生求得知识和观念,并加以应用,使进步经验向前发展。^[1]

随着杜威教育哲学和理论的传播,以儿童的需要、兴趣及社会需要为出发点和基础来设计课程逐渐成为一种潮流。整个20世纪的前50年,杜威教育哲学在世界各地得到了广泛的传播。他的教育哲学通过凯兴斯泰纳(G. Kerschensteiner)而传入德国,通过克拉巴柔(E. Claparoe)而传入瑞士,通过拜梯尔(G. Bertier)而传入英国。杜威在1936年受卢那卡斯基的邀请,赴苏联参观和考察,1919—1921年在中国传播实用主义哲学,1919年访问日本,1924年访问土耳其,所到之处,都受到杜威儿童教育思想的影响,纷纷开始了教育改革。^[2]20世纪60年代之前,各国教育都深深地被打上了杜威烙印。中国1922年的新学制明令实施儿童中心教育,在提出的7项教育改革标准中,有多项标准与杜威的实用主义教育哲学相符合,如“实施适应社会进化之需要”、“发挥平民教育精神”、“谋个性之发展”、“注意国民经济力”、“注重生活教育”等。日本1947年的《中小学新的学习指导要领》贯穿实用主义教育思想和以生活为中心的教学计划表,其课程的设置、教材的编制都效仿美国,重视儿童兴趣和个人的自由发展,教学内容以儿童的社会生活为主,分别以“生活单元”来组织教学。^[3]其小学理科课程的5个生活单元是:①关于动物和人的知识;②关于植物的知识;③关于无生物环境的知识;④关于机械工具的知识;⑤关于保健的知识。^[4]如同裴斯泰洛齐的思想影响了整个19世纪一样,杜威的思想影响了整个20世纪。虽然50年代后期受到了批评,但是杜威创立的“儿童经验”课程观,直到今天还是儿童课程开发的主旋律。

许多学者认为,自20世纪后半叶以来,世界科学课程改革出现过3次浪潮:50年代末至60年代初的“作为学科知识的科学”,70年代至80年代初期的“作为相关知识的科学”,以及80年代以来的“作为不完善知识的科学”。^[5]这3次改革浪潮都起源于美国,可以说,美国引领了20世纪世界科学教育改革的世界潮流。而究其根源,诞生于19世纪末20世纪初的“科学的”、“美国式”教育改革模式是使其立于改革潮头的最有利武器。由于篇幅所限,本书无法展开论述。下面将结合美国20世纪小学科学课程发展的历史概述,详细分析小学科学课程开发的特点。

3.3.2 美国20世纪小学科学课程发展历史概述

从A. Ornstein对美国1800—1900年小学课程变化的研究中,可以发现,在这一个世纪中小学课程由最初的5门发展成了20门^[6],每25年中小学课程平均增加3~4门。十年间小学课程不仅增加了科学课程,还发生了很大的变化:宗教内容逐渐消失,课程领域不断拓展,

[1] 杜威. 民主主义与教育 [M]. 王承绪,译. 北京:人民教育出版社,2001:177.

[2] 腾大春. 杜威和他的《民主主义和教育》[A]. 约翰·杜威. 民主主义与教育 [M]. 王承绪,译. 人民教育出版社,2001:36.

[3] 顾美玲. 战后日本五次中小学课程改革述论 [J]. 四川师范大学学报(社会科学版),1994,Vol.21(3).

[4] 钟启泉. 战后日本理科课程的发展轨迹 [J]. 外国教育资料,1995(1).

[5] 袁运开,蔡铁权. 科学课程与教学论 [M]. 杭州:浙江教育出版社,2003:94.

[6] 阅读、文学、拼写、写作、品行、算术、语法、口语、家庭地理、文献地理、历史研究、自然科学、图画、音乐、体育、游戏、缝纫、烹饪、手工(加点的科目为核心课程)。

课程与社会的联系越来越密切,需要学生“动手”实践的“实用型”课程也越来越多。这些变化体现了19世纪美国小学课程开发和发展的历史状况,从中可以感受到美国的小学校在开发课程方面拥有相当大的自由度,同时也反映出有别于欧洲国家的实用主义的美国教育哲学和教育理念。美国人判断课程能否进入学校的标准不是“古典不古典”,而是“有用还是无用”,即对社会发展,或者对个人职业生涯发展,或者对社会和个人发展是否有效果。这样,基于美国工农业机械化和科学技术发展的大背景,科学与技术进入学校是再自然不过的事情了。

根据赫德和加拉赫所著《小学科学教育的新方向》一书中的记载,美国20世纪70年代之前小学科学课程的发展经历了三个阶段。^[1]第一个阶段,20世纪的最初25年里,美国小学科学教育领域兴起了“自然研究”运动。“自然研究”非常强调丰富儿童的情绪和心理,其典型的课程目的并不重视发展儿童对科学的理解力,而重视“指导情绪反应”、“发展对自然的敬畏”、“懂得真理的价值”等。虽然教材绝大部分是研究周围自然界的生物的特性和生活史,但儿童很少走出户外去接触真正的自然界事物。他们大部分时间花在读、听故事和寓言,看图画,描图样和制作模型上。最后变成了“实物教学和感觉训练以及对生物现象的目的论解释、道德论解释、宗教论解释等的大杂烩”(全国教育研究协会,1947年)。虽然“自然研究”从一开始就遭受到了批评,但是,在科学学习活动中配合读、写、唱、画、游戏、简易采集等多样的课堂活动却受到了教师们的普遍欢迎和应用。而多样性的活动也与杜威的儿童经验课程的主张不谋而合,至1961年,终于被地方政府采纳而成为小学科学综合性教育策略或者形式。

第二个阶段,20世纪30年代受杜威实用主义哲学的影响,小学科学课程变得十分注重生活实际和关注社会需要。在这种情况下,科学家、课程开发者和一些教育组织开始寻找有哪些科学原理和论断才具有最大的儿童教育价值。全国教育研究协会于1932年发布了一个《科学教育大纲》,1947年公布了小学科学教育目标,旨在发展对科学原理和论断的理解以及运用它们去解释周围环境的能力;获得和运用“解决问题”的科学态度与科学技能;增进对于周围环境的关注和鉴识,以及养成良好的社会公德。第二次世界大战后,进步教育协会提出需要通过科学教育来培养诸如协作、动脑筋想问题、坚韧性、创造性、持久性、自我定向、审美的鉴别态度、观点的灵活性、坚持性、暂停判断等十多种态度。可见,这一时期对科学教育的认识还无法摆脱传统道德教育和品格养成教育的影响。到了50年代,小学科学课本在通常情况下也是由一位有经验的编者编写,科学课题是关于周围自然界的资料,如植物、动物、地球、宇宙、人体、气象和气候、卫生、安全、自然保护、食物、爱护有益动物、工具的使用,以及其他的科学应用等。课程研究者依靠舆论的判断来测定放置于各个年级的内容,而不是调查。课本非常重视诸如读温度计或对花、鸟等物进行观察和描绘的“做实验”,教学中也将实用主义的解决问题的“儿童主动性活动”引入了科学教学。

第三个阶段,从1960年开始出现了转机,踏上了“科学地”发展小学科学课程之路。众所周知,1957年前苏联第一颗人造卫星成功上天的消息震惊了美国国内,于是展开了史无前例的教育大讨论。1958年美国国会颁布了《国防教育法》,资助公立中小学进行重视学术内容和学术训练的课程改革,以改变自20年代形成的儿童经验课程体系。1960年,美国著名教育家布鲁纳出版《教育过程》,提出“任何学科都能够用在智育上是正确的方法,有效

[1] 这一段的历史概述主要参考了赫德和加拉赫的著作,以下出处不再标注。详见:Paul Dehart Hurd, James Joseph Gallagher. 小学科学教育的新方向[M]. 刘默耕,译. 北京:文化教育出版社,1980:31-40.

地教给任何发展阶段的任何儿童”的主张，成为左右 60 年代课程发展的基本教育信条。根据赫德和加拉赫考察，1960 年出现了改革小学科学教育的要求，对课程发展提出的问题有：

- (1) 真正的科学（科学家所理解的科学）能够教给儿童吗？
- (2) 儿童们要学习科学必须首先获得哪些非具备不可的先决条件？
- (3) 我们能够用具有概念结构的教材对儿童教授科学吗？
- (4) 科学教学怎样才能促进儿童的智力发展？

1960 年美国科学发展协会（AAAS）举行了一系列的讨论会，就这 4 个问题进行了广泛而深入的讨论：

- (1) 小学科学教育的哲学基础是什么？科学的哪些方面应作为小学科学教育的基础？
- (2) 关于教育的物质条件，如教科书、成套设备、影片、图书馆实验室设施、器材等，存在什么问题？
- (3) 国家在关系到小学科学课程方面的努力应该如何组织和进行？
- (4) 关于师资准备和教学指导书需做何符合需要的和切实可行的改进？

AAAS 会议的成果是提出了《关于改进各年级科学教育的建议》，达成了以下的共识：科学，包括它的内容和研究方法，能够用与现代科学的意义和精神相一致的方法教给儿童。1961 年地方性的科学教育会议举不胜数，这些会议都明确了小学科学教育的综合性质，即综合性的教材对于各个年级来说都比单一的分科科学体系更加适合需要。教育观念树立起来后，接下来就是进行课程开发的行动。

就科学教育领域而言，20 世纪 60 年代美国科学教育界不仅开发和编制了一批至今仍在广泛使用的高质量科学课程，更为重要的是，在小学科学课程开发和课程编制的实践活动中，从伊利诺伊大学 J·理查德·萨其曼主持的“探究发展”大纲中，诞生了探究教学模式和科学探究教育思潮，引导了 21 世纪国际科学教育改革与发展的潮流。乔伊斯等人曾经对这场课程开发运动中的课程研究做过考察。当时，很多课程理论研究者参与了对课程计划〔如费里（Feeley）、萨其曼（Suchman）〕的教学模式的研究。他们认为探究训练对于小学生和中学生都能够适用。^{〔1〕}可见，60 年代课程发展的结果，产生了科学探究式教学模式和探究教育理念，引导了 21 世纪国际科学教育发展的潮流，因此，美国 20 世纪 60 年代小学新科学课程开发的经验着实值得我们总结。

3.3.3 美国 20 世纪 60 年代小学新科学课程开发的经验^{〔2〕}

有人认为在美国，小学科学课程的产生一般包括以下过程：召开科学课程研讨会议，确定方针政策；进行大规模的课堂教学试验，将反馈建议纳入课程修订中；组织实力强大的课程开发与编写队伍，以中小学和大学科学教师为主，以著名科学家为领导，以教育理论家为咨询人员；在设计和修改教材时采用写作会议的形式；在后期阶段包括教育出版商；课程开发的结果形成一个系列，包括教科书、活页练习集、供教师使用的教学指导书和音像资料；通过研讨班和暑假学习班开展在职教师培训；对学生用的教科书和教师使用的指导书每 5 年修订一次，直到项目结束。^{〔3〕}这个过程描述了课程产生的一个大体的、宏观的过程。其中，最核心的环节是课程编制（Curriculum Making）。

〔1〕 Bruce Joyce, Marsha Weil, Emily Calhoun. 教学模式 [M]. 荆建华, 宋富钢, 花清亮, 译. 北京: 中国轻工业出版社, 2002: 339.

〔2〕 这部分内容曾发表于《外国中小学教育》2010 年第 3 期, 发表时有删减。

〔3〕 丁邦平. 国际科学教育导论 [M]. 太原: 山西教育出版社, 2002: 276.

1. 概念界定

课程编制, 可谓课程领域里最早出现和最常用的术语之一。在西方课程研究领域, 课程编制有很多种说法。施良方认为, “课程编制”一词最初来自英文 “Curriculum Making” (博比特用词)、“Curriculum Construction” (查特斯用词) 及 “Curriculum Building” (其他人用词) 等词。1935 年, 卡斯韦尔与坎贝尔 (Caswell and Campbell) 的 *Curriculum Development* 出版以后, 由于 “Development” 一词隐含有开发、创建、发展、形成等意思, “Curriculum Development” 逐渐取代其他词语而成为课程编制最为流行的现代用词。^[1] 而在中国, 虽然早在 20 世纪 20 年代教育界就已经开始使用这一术语, 但至今这一术语的普及程度远不如课程开发。新课改以来, 国内课程理论译著大都节取了 “Curriculum Development” 的现代含义而将其译为 “课程开发”, 并且将 “课程开发” 视为是与 “课程研究” (Curriculum Study)、“课程设计” (Curriculum Design)、“课程规划” (Curriculum Plan) 通用的词语。一时间, “课程开发”、“课程设计” 成了课程领域的流行语, “课程编制” 鲜有人再提起。

课程编制, 即编制课程。伴随着课程研究实践的发展, “课程编制” 的英文名称几经更迭, 其内涵和外延也发生了很大变化, 但这一术语却始终没有脱离过课程研究的活动和课程的存在实体。例如, 泰勒和理查德 (Taylor. P. H. & Richards. C., 1979 年) 在考察了 20 世纪 70 年代前课程编制的定义以后, 指出课程编制是那些精心计划的活动总和, 通过它们设计出学程或教育活动模式并提供给教育机构作为其学程或教育活动模式的方案。^[2] 奥利沃 (Oliva. P. F., 1992 年) 提出, 如果把课程看做一种在学校指导下年轻人即将获得学习经验的计划, 其目的在于为排列和指导这些经验提供一种媒体, 那么, 提供这些媒体并使其发挥作用的过程就是众所周知的课程编制。^[3] 因此, 在理想课程层面, 课程编制是指编制课程设想或课程试验方案 (计划) 及其活动; 在正式课程层面, 课程编制是指编制课程标准及其活动; 在可理解课程层面, 课程编制是编制教材 (教科书等) 及其活动。考虑到课程编制发展的历史事实, 以及课程编制活动中课程编制者对课程存在实体由无到有的创造过程, 我们可以用课程编制最初的英文词汇 “Curriculum Making” 来表示这一术语。

“课程编制” 不同于 “课程设计”, 施良方对这两个术语做了精辟的区分。他认为后者是指课程编制所采用的一种特定的组织方式, 主要涉及课程的目标以及课程内容的选择和组织; 而前者则是完成一项课程设想、课程方案 (计划)、教材等存在实体的活动和整个过程, 它包括确定课程目标、选择与组织内容、实施课程和评价等阶段 (施良方, 1997 年)。初看起来, 这一定义吻合了泰勒 1949 年所提出的课程开发的 4 个基本原理。^[4] 但仔细分析, 会发现这一定义将 “实施课程” 纳入了课程编制环节, 显示了完整的课程编制的一般过程, 且蕴涵了 “实践检验真理” 的科学性。用课程实施的经验和效果来检验课程设计方案的合理性, 就如同科学研究中用实验来检验假设的正确性一样。这样, 在课程编制的 4 个环节完成之时, 便可以为教育机构提供出一个经过实践检验的课程方案。如果在课程编制过程中取消了 “实施课程” 这一环节, 在课程编制的过程中不接触教师和学生, 那么, 课程编制无疑会成为 “闭门造车” 式的文本撰写活动, 而非科学的、有效的课程开发行为。

“课程编制” 也不同于 “课程开发” (Curriculum Development)。有人认为, 课程开发是

[1] 施良方. 课程理论——课程的基础、原理与问题 [M]. 高雄: 丽文文化事业股份有限公司, 1997 [民 86]: 99.

[2] Taylor, P. H., Richards. C (1979). An Introduction to Curriculum Studies. Windsor. NFER Publishing Company: p48.

[3] Oliva, P. F. Developing the Curriculum. Boston. Little. Brown and Company: p26.

[4] Tyler, R. Basic Principles of Curriculum and Instruction. Chicago. IL: The University of Chicago Press, p1.

指决定课程的过程及其所依据的各种理论取向,^[1] 这是目前国内权威课程论著作对课程开发的定义。但遗憾的是,这一定义是含糊不清的。课程开发,即开发课程,结合“Development”的英文意义,“Curriculum Development”可以理解为课程编制前期的研究与调查、课程编制、课程修订和推广课程(包括课程存在实体的印刷、发行,以及课程由试验学校普及到其他学校等)的活动或过程。课程编制与课程开发、课程设计三者之间的关系如图 3-2 所示。

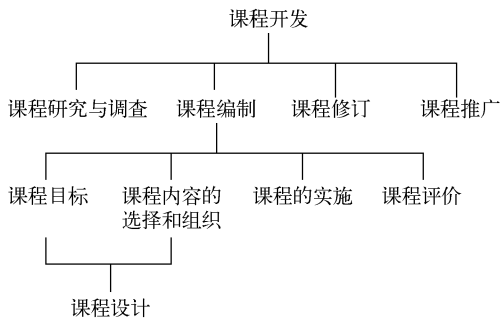


图 3-2 课程编制与课程开发、课程设计的关系

综上所述,课程编制与课程编制前期的调研与准备阶段、课程编制后期的出版与推广阶段一起组成了课程开发过程。课程编制既是课程开发的基础,也是课程开发的核心环节。它包括确定课程目标、选择与组织内容、实施课程和评价 4 个阶段和过程。这 4 个阶段或者过程,也可以作为课程编制的一般原理。那么,在课程编制的具体实践活动中该如何运用此原理,编制出有价值的课程呢?

2. 20 世纪 60 年代美国小学新科学课程编制活动及其过程

20 世纪 50 年代末,针对前苏联卫星上天,美国科学界和教育界展开了对科学教育现状的深入反思。人们发现,50 年代以来学校里实施的小学科学计划存在的主要问题有:第一,这些计划代表不了“好”科学;第二,它们绝大多数是“读”的课程;第三,“活动”打着实验的旗号,与其说是科学,倒不如说是魔术表演;第四,从概念上来说,作为科学,教授的许多主题超过了学生的理解力。^[2] 概而言之,真正的科学在小学并没有得到很好的教授。关于小学科学课程发展,存在问题:真正的科学(科学家所理解的科学)能够教给儿童吗?儿童们要学习科学必须首先获得哪些非具备不可的先决条件?我们能够用具有概念结构的教材对儿童教授科学吗?科学教学怎样才能促进儿童的智力发展?^[3] 诸如此类的问题引起了科学界和教育界的广泛争论,最终加速了创新小学新科学课程的行动。美国科学促进会(AAAS)、美国科学基金会(NSF)、美国教育部和一些私立基金会为开发小学新科学课程提供了大量资助。许多科学家、小学教师、教育家联合会组成的小组充当了课程开发者,开发出了一批各具不同哲学风格的大纲和彼此完全不同的教材。据 Lockhard 考察,1960—1968 年

[1] 张华. 课程与教学论 [M]. 上海:上海教育出版社,2000:94-95.
[2] Paul DeHart Hurd. An Overview of Science Education in the United States and Selected Foreign Countries. National Inst. of Education (ED), Washington, DC: p11 from: www.eric.ed.gov, ED227076.
[3] Paul Detlant Hurd, James Joseph Gtallagher. New Directions in elementary Science Teaching Belmont, Calif.: Wadsworth Publishing Co. Inc. p36.

间,美国开发了29个新小学科学计划,^[1] 其中较为主要的新科学计划 (the New Science Programs) 或课程试验方案有12项,^[2] 见表3-3。

表 3-3 小学新科学计划

编号	课程计划名称 (简称)	主 持 单 位	年 级
1	侧重科学加工过程的科学课程 (AAAS)	AAAS 科学教育委员会	K - 6
2	侧重科学概念的小学科学教育大纲 (COPEs)	纽约大学	K - 6
3	小学科学教育方案 (ESSP)	加利福尼亚大学伯克利分校	
4	小学科学教育研究 (E-SSP)	伊利诺伊大学	1 - 6
5	小学科学课程研究 (ESSP)	犹他州大学	1 - 2
6	初等科学教育研究 (ESS)		1 - 6
7	“探究发展” 大纲 (IDP)	伊利诺伊大学	中年级
8	“明尼苏达数学 - 科学教学方案” (MinneMAST)	明尼苏达大学	K - 9
9	普通学校课程方案 (SCP)	伊利诺伊大学	1 - 6
10	科学课程改革研究 (SCIS)	加利福尼亚大学	K - 6
11	小学科学教育的定量教学方法研究 (SQAIESS)	纽约州大学石溪分校	
12	韦伯斯特数学、科学和技术学会 (WIMSA)	韦伯斯特学院	

纵观这些新科学课程的开发过程,可以发现,其课程编制过程与课程编制的一般过程相吻合,但又有所不同。具体而言,经历了以下几个阶段。

1) 提出课程假设和课程目标

课程开发者在开发课程时,大都谨慎地提出了试验课程的课程假设和课程目标。例如,美国科学促进协会科学教育委员会发起制订的第一个新小学科学教育大纲——《侧重科学加工过程的科学课程》(AAAS),是大约40位科学家、小学教师和课程专家于1963年制订的一项小学新科学计划。课程开发者们对于小学科学教育的目标达成了共识,认为如果小学科学教育的目标是发展“能使一个人自行去获得知识和正确运用知识的‘智力过程’”,那么,AAAS就是为发展这一目标而服务的一门课程,而AAAS课程的内容则是发展这一目标的媒介。纽约大学开发的COPEs课程,假设小学科学课程必须建立在对儿童来说终生受用的那些概念体系的基础上。因此,课程目标就在于使儿童通过使用概念体系或者科学史上的一些“重大思想”来学习科学。加利福尼亚大学伯克利分校ESSP的课程开发者提出小学科学教育的目的是培养儿童发现自然现象的问题和寻求答案的方法。参与ESSP的课程开发者中有一些专业的天文学家,编制该课程的目的是唤起低年级、中年级和高年级儿童学习天文学的兴趣。他们认为天文学的事实、概念和理论可以通过发现这些知识的过程去教授给小学生。依利诺斯大学的IDP课程开发者提出了发展儿童探究能力的课程目标。他们认为小学科学教育既要发展儿童的逻辑概念,也要发展儿童的探究技能和处理资料的技能,这些技能合起来可以激发有多种发现的研究活动;小学科学教育应当教给儿童们一种学习方法——利用这种方法可以通过分析事实而建立概念和发现各个变化因素之间的关系;利用儿童探究的内部动机来激励儿童学习科学。

2) 根据目标和假设及相关理论编制课程大纲和组织课程内容

[1] Lockhard, J. David (ed.) . Sixth Report of the International Clearinghouse on Science and Nathemtica Curricular Developments. College Park, Maryland; University of Maryland, 1968pp. xii-xiii.

[2] Paul Dehlant Hurd, Jaemes Joseph Gallagher. New Directions in Hementary Science Teaching Belmont, Calif. : Wadsworth Publishing Co. Inc. 1969; Karplus, R. and Their, H. D. A New Look at Elementary School Science. Chicago Rand McNally and Co. , 1967; Martin, W. T. and Innovation: A Partnership of Students, School Teachers, and Research Scholars. Cambridge: Robert Bentley, Inc. 1966.

(1) 确定课程大纲和内容的组织框架。课程目标和假设确定以后，接下来是编制课程的教学大纲和组织课程内容。那么，究竟科学上的哪些内容和方法可以用来教授给小学生呢？如何确定这些科学内容和方法呢？相关课程理论和科学教育理论派上了大用场。1959 年年底，时任美国科学院教育委员会主席、伍兹霍尔会议主持人的著名教育家布鲁纳 (J. S. Bruner) 提出了“任何学科都能够用在智育上是正确的方法，有效地教给任何发展阶段的任何儿童”的主张，从理论上确定了 60 年代中小学科学课程开发的基本原则。小学科学课程的开发者们也坚信，科学，包括它的内容和研究方法，能够以适当的方法教给所有年龄的儿童。但是，对某个年级放置什么内容？采用何种概念结构来教授儿童科学？不同课程开发者的意见大都不一致。所幸的是，他们都摒弃了 50 年代依靠课程编制者个人主观经验的做法，也没有照搬科学家科学探索的研究经验，而是依靠儿童科学教育的大量调查与研究成果来组织课程大纲与内容的组织框架。

例如，AAAS 课程开发者认为以科学加工过程——科学探索的程序技能为基础框架编制课程，可以实现既定的课程假设和课程目标，而编制适合不同年龄阶段的有计划的程序技能的“教学顺序”成为整个课程设计中的一个重要环节。课程开发者选择了加涅的科学探索程序技能的等级结构理论，将基础的程序技能，包括观察、科学的“迁移”、分类、测量、运用数字、运用空间和时间的联系、进行推断和做出预测，放在学前到三年级阶段学习，而比较复杂的、综合的程序技能，通常情况下是一些较简单技能的精致结合，包括形成假设、推理地进行解释、控制可变因素、实验、形成模型和阐明数据，放在四、五年级学习。同时，课程开发者也注意到了科学内容在教学大纲中的重要性，将基本科学概念的发展脉络按照一定的顺序，结合程序技能的等级顺序来编制课程大纲和选择内容。这和我们决定儿童课程内容的方法是有很大区别的。

COPES 的课程开发者认为从科学家的“重大思想”中可以找到对儿童来说终生受用的概念体系，它们既体现了科学的尖端成果和人类最伟大的智力成就，也为课程开发者提供了一种把科学事实或实验联系起来成为有意义的科学教育课程的可能性。因为科学家的重要思想可以被分解为一些重要的次级概念，而这些次级概念可以被编排为既便于学习又符合概念体系的逻辑发展的系列。根据分析，他们选择了“能量守恒”这一概念体系。能量守恒的核心概念是“能量既不能创造也不能消灭，只能从一种形式转变为另一种形式”，它可以被分解为“热能是守恒的”和“机械能是守恒的”两个主要概念。其次级概念的排列顺序显示了从一年级到七年级的学习顺序：时间、空间、运动；推和拉；物态和热能——各种力——热能——热能单位——液体系统中的能量守恒——热能和状态的改变——功——能量做功的本领（包括势能、动能和热能）——热能和盐在水中的溶解——热能和过饱和溶液——热能和水的合盐类——机械的能量守恒，最后逐渐逼近两个主要概念。

(2) 编写和开发教学材料。对科学课程而言，教学材料不仅指文本形式的教科书（或学生用书）、图书等，还包括非文本形式的成套设备、实验室设施与器材、影片等可以用于课堂教学和学生探索自然规律的物件。新科学课程开发者非常重视开发与课程大纲和教学内容配套的物件，这些教学材料可以集装成“实验箱”，并且可以对所有使用该大纲的教师充分供应。配套“实验箱”，节省了参与课改计划的教师们开发教学资源的时间，免除了他们对于课堂上开展科学活动的后顾之忧，又鼓励和激发了教师们从一开始就按照课程开发者的意图去实施科学课程，从而保证了试验课程不偏离或者少偏离科学课程目标。

文本形式的教学材料，最主要的就是教师指南。例如，AAAS 编写了适用于学前班和 6 个年级共 7 册的教师指南，指南列出了每一个教学单元的详细提纲。其内容包括适用于每一

个年级的“目的要求”的说明、儿童学完这个单元以后所应具有“各项才能”、教师教学所必需的“基本原理”、必需“教具”一览表、“授课建议”，以及每个教学单元结束后的“经验概括”和“建议的评价目标和步骤”。为了保证以“加工过程”为中心的课堂和“以活动”为方向的课堂教学的进行，教师指南中的教学步骤按照每一个课题“加工”的过程，也针对研究每一个课题所需要的“程序技能”，从简单到复杂设计了一系列的活动。例如，《温度对反应速度的影响》单元中建议的“教学步骤”，设计了5个活动：活动1——把一块糖块溶解在水里；活动2——“汽水片”遇水的反应；活动3——预计反应时间；活动4——检验预计，获得更多的数据；活动5——反应时间随温度的改变。这5个活动连续做下来，才能组成一个完整的“科学过程”。我们知道，要研究温度对反应速度的影响，首先需要将物质溶解于水，让学生了解溶解这一变化过程；其次，要分析出控制物质溶解速度的变量，必须选择变量进行研究，否则就失去了实验的意义；接着要分析实验中记录的数据，然后重复实验，得出结论。这些“程序技能”蕴涵在5个活动中，5个活动连在一起，就组成了整个研究过程。

教师指南有时被用做教科书，有时又被用做教学参考书。其中的“授课建议”以第三人称的口吻写就，编制得非常实用和详细。教师指南会考虑课堂实验中可能发生的各种情况和问题，为教师提供解决问题的办法，真正地起到了“指南”的作用，这一点是中国的教学参考书最缺乏的。例如，AAAS课程《温度对反应速度的影响》单元的授课建议如下：

活动2——“汽水片”遇水的反应^[1]

问儿童，如果要求进一步的实验能够研究温度变化影响反应速度的结果，实验应该如何设计。很明显，问题在于做活动1的时候，必须控制变化的条件。问：为了得到更多有用的数据，必须控制哪些因素？学生们可能提出许多，如确定糖最终溶解时的时刻，控制温度、液体的量、固体的量等。如果他们提不出来，就提示他们。

建议做“汽水片”遇水反应的实验，测定在不同温度下完成反应的速度（由于药片可能破裂成碎块，所以最有效的结果是药片的主要部分消失时候的温度）。

把全班分成三或四个组来做作业……让他们来决定分担不同的任务。必须强调：掌握温度的儿童应尽可能掌握得精确；找药片的儿童要与计时的儿童协同工作。实验从把药片投入水里开始。当药片溶解和气泡浮到表面时，不要碰它。记下药片溶解完所需的时间，精确到秒。每个组在相同温度下做两次实验，第二次用新的水。思考：做这个实验时，什么因素是保持恒定的？

各组记录各自的数据，允许各组换一个温度再做。告诫儿童们这时不要与别的组交换实验结果。

授课建议的核心内容是“教学步骤”，对于实验中涉及的“用什么材料做”、“如何做”、“做的过程中会有哪些问题”等，教师指南阐述得十分清楚。在“探究发展”大纲（IDP）中，萨其曼详细地介绍了发展儿童探究能力的4个教学步骤，这些步骤后被美国著名课程学者布鲁斯·乔伊斯概括为探究训练教学模式。其教学过程包括5个阶段：面对问题，搜集资料——确认，搜集资料——实验，组织并提出解释和分析探究过程。^[2]

[1] Paul DeHart Hurd, James Joseph Gallagher. 小学科学教育的新方向 [M]. 刘默耕, 译. 北京: 文化教育出版社, 1980: 57.

[2] Bruce Joyce, Marsha Weil, Emily Calhoun. 教学模式 [M]. 荆建华, 宋富钢, 花清亮, 等译. 北京: 中国轻工业出版社, 2002: 216.

3) 课程实施——学校试验和教师培训

当教学大纲和教学材料编写出来后,课程的设计工作就告一段落。但这并不意味着课程开发者的工作已经结束,他们还要跟随课程一起进入学校,参与到真实的学校生活和小学科学教学的课堂中,搜集课程编制中存在的一些问题,以及课程实施效果的相关数据。这些研究工作所获得的数据,将被课程开发者及时地用于所开发课程的修订中。课程实施阶段,在被允许进入学校试验的同时,课程开发者往往需要利用教师指南和配套的设备、工具和材料对小学教师进行实施新课程的相关培训。与传统的依赖教科书教授科学的方法和普遍实践不同的是,20世纪60年代开发的小学新科学课程都为儿童提供了在实验室里通过第一手的探究—发现活动去探究科学奥秘的机会,非常强调问题解决和探究的科学过程。这一重大转向,给已经习惯了传统教科书教学的教师 and 那些本科阶段未经过探究训练的教师带来了极大的挑战,所以,培训能够胜任新课程的小学科学教师便成为新课程实施的重要工作。

这一时期,美国国内出现了大量专门为小学教员设计的培训机构,并且出现了许多用于教师培训的大学方法课程和教导教师在教室里使用科学方法的教科书。^[1] 国家科学基金会还设立了大学—学校科学合作计划(The Cooperative College-School Science Program, CCSS),在21个州和哥伦比亚学区资助了32项合作计划,为学院、大学和类似机构与小学校进行合作,开展教师培训工作提供了机会。^[2] 与课程试验同步进行的教师培训为新小学科学课程的实施提供了师资上的保障。

4) 课程评价

课程评价是课程编制的一个重要过程,也是检验课程有效性的重要手段和途径之一。利用课程评价,研究人员可以研究课程方案的不足或价值,为总结和概括一般性的课程理论或课程政策提供大量的实践经验和基础。新小学科学课程的教学材料中,大都编制了课程评价的计划或者方案,给教师提供具体的评价技术和步骤。例如犹他州大学开发的ESSP课程,为教师准备了一本《前概念和发展测验》,作为评价儿童概念发展和确定概念教学起点的工具。因此,利用课程评价的技术和步骤,教师可以衡量儿童在新小学科学课程中所获得的学习经验。而课程开发者则可以发现课程实施中所暴露出的问题,为发展课程和完善课程提供客观的依据。

20世纪60年代也是美国课程评价的活跃时期。面对学校里广泛试验的众多新小学科学课程计划,专家,如课程专家、科学教育专家等研究人员,或者政府机构或部门并没有采取主观意识判断的策略去决定哪一个课程更加适合儿童,也没有采取行政干预手段去强制学校采取统一的课程计划,而是纷纷利用课程评价手段,对不同的新小学科学计划做出充分的评估,以此作为选择和甄别课程的一个重要依据。在新小学科学课程开发运动中,很多课程理论研究者都参与了对课程计划的研究。据乔伊斯考察,费里(Feeley)、斯切瑞珂(Schrenker)、伊凡尼(Ivany)、科林斯(Collins)和沃斯(Voss)等人都对探究教学的效果进行了研究,艾里冯特(Elefant)还在聋童身上使用了探究方法。他们的研究表明,科学研究方法能够被传授,它对于儿童信息、概念和态度的获得有着积极的效果。^[3] 此外,六七十年代,各

[1] Avdul, Richard N. An Investigation of the Status of the New Elementary Science Programs in Teacher Training Institutions of Ohio, Kentucky, Pennsylvania, and West Virginia. [D]. 1970.

[2] Cooperative College-School Science Program: Projects to Improve Science and Mathematica in the Schools (Washington, D. C. : National Science Foundation, 1969) .

[3] Bruce Joyce, Marsha Weil, Emily Calhoun. 教学模式 [M] . 荆建华, 宋富钢, 花清亮, 等译. 北京: 中国轻工业出版社, 2002: 216.

个州也相继出台了新小学科学课程评价研究结果，如科罗拉多州、伊利诺伊州等。国家科学教师协会（National Science Teachers Association）、国家健康、教育和福利部教育司（Office of Education of U. S. Department of Health, Education , and Welfares）于1964年出台了“小学科学评估”报告。关于新小学科学课程的评估报告不胜枚举，本书因篇幅所限不再赘述。

以上课程编制的4个过程，分别对应于科学研究的各个阶段，如图3-3所示。科学课程开发与科学研究不同的是，科学研究最终要检验或者验证实验前所提出来的假设；而课程开发，则要经过课堂实际教学和课程实施的检验，最终向学校和社会呈现出一个较为成熟和有效的课程体系。

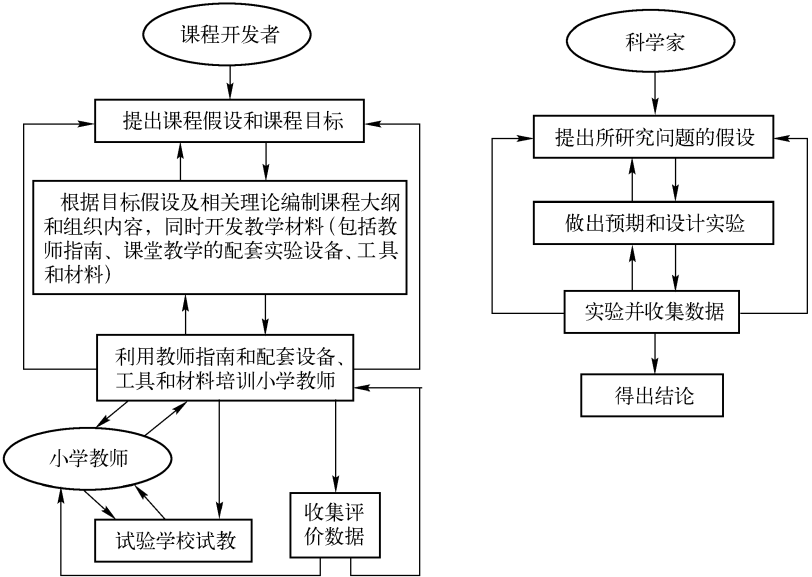


图 3-3 小学科学课程开发与科学研究过程之比较

3. 启示

发生于20世纪60年代的这场小学新科学课程编制和开发运动，是美国小学科学教育由“自然研究”教育向现代科学教育转折的转折点。它开启了科学探究教育之先河，确立了将“真正的科学”教授给小学生的课程编制和开发的一般过程。其丰富的课程编制和开发实践活动，为美国国内和国际科学教育提供了多样性的科学课程，推动了国际小学科学教育的发展。目前，中国的小学科学课程改革所处境地与20世纪50年代的美国有些相似，正处于由“自然教育”向科学教育转型之期，非常需要课程专家、科学教育专家和教师联合起来，编制和开发多样的、有效的科学课程，以突破小学科学课程改革的发展瓶颈。美国60年代课程编制和开发的经验，正好可以给予我们很多有益的启示和借鉴。

概而言之，新小学科学课程的开发经验启示我们：一、厘清课程开发、课程编制和课程设计之间的关系，将有助于我们理解课程编制的一般过程和原理，在课程编制一般原理的指导下，有步骤地开发多样性的课程；二、课程开发必须以具体的课程编制活动为基础，离开了课程编制而谈课程开发将无益于课程的创新和新课程的创造；三、科学课程开发既需要一般性课程理论的指导，也需要引入和借鉴科学研究的范式和过程。因此，在科学课程开发中，科学家和课程专家的参与将会提高课程编制的有效性和科学性。

3.4 20 世纪国际小学科学教育和课程发展特点

纵观 20 世纪国际小学科学教育和课程发展状况，具有以下几个特点。

3.4.1 科学课程被确定为核心课程，从幼儿园开始开设

随着知识经济的蓬勃发展，各国政府越来越重视科学教育，普遍认为科学教育是一项关乎国家发展和安全的基础性教育工程，应当从幼儿园开始对儿童进行科学教育。

在 20 世纪 80 年代末和 20 世纪 90 年代颁布的课程改革文件中，一些发达国家纷纷将小学科学课程确定为国家的核心课程。法国于 1985 年制定和推行的小学教学大纲中规定了 7 个基本学科：法语、数学、科学、技术、历史、地理和体育。英国于 1988 年制定了义务教育阶段的统一课程，包括 10 门学科：数学、英语、科学、历史、地理、技术、音乐、艺术、体育、外语，其中数学、英语、科学为核心学科，其余为基础学科。美国于 20 世纪 90 年代初，为中小学规定了 5 门核心学科：英语、数学、科学、历史、地理。德国和加拿大像美国一样，课程的决定权在各州，但是近年来联邦政府也加强了对小学课程设置的引导，提出了共同基础课程，小学科学就位列其中。

科学课程不仅在小学阶段被设立为核心课程，美国、英国、加拿大、澳大利亚等国家还将科学课程引入到学前教育中。1996 年，美国国家研究理事会发布了世界教育史上第一部贯通整个基础教育阶段的全国性标准《国家科学教育标准》，对幼儿园到 12 年级的科学教育工作做出了具体而明确的规范。英国面向 21 世纪的（3~5 岁）课程指南中将儿童的学习领域划分为 6 个部分：个性、社会性和情感的发展；交流、语言和读写；数学发展；认识和理解周围世界；身体发展；创造性发展，包含了科学教育。加拿大教育与培训部于 1998 年颁布了《幼儿园课程》，将幼儿的学习内容分为 5 个领域：语言、数学、科学技术、个体和社会发展、艺术。澳大利亚课程委员会于 1998 年颁布的《科学领域学习宣言》对幼儿园至小学三年级的科学教育做出了规范。^{〔1〕}

3.4.2 各国都致力于提高小学科学教育水平

各国政府都将小学科学教育看做国家科学教育的基础工程，致力于提高小学科学教育的学术性水平和综合性水平，重视学生基本知识和基本技能的培养，以及锻炼学生的动手能力和探究能力。

面对 21 世纪的挑战，美国进行了一系列基础教育的课程改革，最大的成就就是制定了全国统一的科学教育标准。1985 年，美国发起了改革科学技术教育的国家计划——“2061”计划，1989 年发布了“2061”计划的第一份重要报告《面向全体美国人》，描述了一个完成基础教育的高素质的美国人应该具有的科学素养。为了使所有的学生都具有良好的科学素养，在美国教育部和国家科学基金会的资助下，美国科学院的国家研究理事会历经 4 年辛勤劳动，动用大量人力资源制定了《美国国家科学教育标准》，将《面向全体美国人》中就造就未来人才的那些基本原则具体化为实施方案。《国家科学教育标准》中非常强调基于 Hands-on 和 Mind-on 的科学探究活动。

〔1〕 刘晓晔，祝军．从各国幼儿园科学教育纲要看幼儿科学教育走向〔J〕．楚雄师范学院学报，2008（6）．

英国于 1967 年废除了 11 岁考试，为开发课程创造了条件。诸多新课程中以《纳菲尔德综合理科 (Combined Science)》最为著名。从 1984 年开始，英国科学教育协会又着手开发了分别适用于 8~14 岁、14~16 岁、16~19 岁学生的 3 套 SATIS 课程。其中，面向小学生的 SATIS 课程以儿童在家庭生活中常见的事物为主题探讨科学、技术与社会的关系，通过学生的动手操作和调查活动，发展学生的科学决策能力和综合性的科学概念。1989 年英国政府颁布了历史上首部《国家科学教育课程标准》(Science in the National Curriculum)。2000 年，英国政府公布了面向 21 世纪的《国家科学教育课程标准》，对基础阶段学生应该学习和掌握的科学内容和应达到的科学素养进行了明确规定。

早在 1952 年，日本文部省就提出了小学生应该具备的科学能力^[1] 包括看的能力（观察力）、想的能力（思考力）和技术上的能力（技能）三种。看的能力包括如实地看事实、比较地观察现象、敏锐地发现问题、制订研究计划、由事实进行推论、说了就要做、从数量上看问题的能力；想的能力包括抓住问题实质的能力、设想的能力、制订计划的能力、应用原理的能力、由事实进行推论的能力、有条理地进行思考的能力、分析判断的能力、综合判断的能力、抽象的能力；技术上的能力包括搜集资料和能力、整理和整顿的能力、饲养和栽培的能力、使用机器和工具的能力、工作的能力、使用材料的能力、记录、记图表的能力等。

3.4.3 总结和提出了课程开发原则

在 20 世纪，为了规范课程开发行为，英美两国提出了小学科学课程的开发原则。

英国政府于 1985 年提出了改进和加强本国中小学科学教育的 10 项原则，也可以看做开发小学科学课程的原则。这些原则分别为：广博性、平衡性、关联性、差异性、均等性、连续性、加深性、互利性、实践性、受评性。广博性是指向所有学生传授整个科学体系的主要概念，介绍技术的应用和科学对社会的影响，讲授一系列科学技能和掌握这些技能的过程；平衡性是指使所有学生在整个义务教育阶段连续学习全部主要科学教育课程，所有的科学课程都应当在科学知识的获得和科学方法的实践两者之间取得平衡；关联性是指科学教育应该十分重视利用学生日常生活的经验，尽可能有效地使学生做好成年后的准备和就业期间的准备；差异性是指科学教育应该适合学生的能力，既为所有学生提供广泛的、均衡的科学实际经验，也要对最有才华的学生提供现有最高标准的科学教育；均等性是指科学教育应该给予男生和女生真正平等的机会，特别要积极寻找办法，使女生对那些感到厌烦的科学课程感兴趣；连续性是指要注意中小学和其他各类教育机构科学教育的联系和连接；加深性是指所安排的课程应该使学生的理解力和其他能力加深加强，这一要求对所有中小学都适用；互利性是指在小学应当把科学课程的教学与学生的语言和数学能力发展联系起来，在中学，科学课程的教学应当与其他课程的教学联系起来，使科学教育有助于其他学科的教学，也使其他学科的教学有助于科学教育；实践性是指科学是一门与实践密切结合的课程，在各阶段的教学中都应当强调实践，并重视调查和培养学生解决实际问题的能力；受评性是指要通过校内外的考核对科学教育的进展和结果进行评价，以改善以后的科学教育。^[2]

20 世纪初布鲁纳提出了把学科内容结构化和简约化，以最适当的顺序，即“螺旋型课程” (Spiral Curriculum)，促进儿童对学科基本结构的学习和掌握，促进结构主义课程改革运

[1] 岸博幸. 怎样学好自然常识 [M]. 张嘉林, 译. 上海: 上海教育出版社, 1980: 74.

[2] 谌启标, 方彤. 英美两国中小学科学课程开发及启示 [J]. 外国中小学教育, 1999 (2).

动。在布鲁纳看来，可以采用适当的方法将分子、原子、运动等抽象的科学概念教授给任何年龄的儿童。因为知识的形成顺序和方式有从低到高的三个层次：行为把握（Enactive Representation），依靠手足去把握对象；图像把握（Iconic Representation），以印象的方式去把握对象；符号把握（Symbolic Representation），以语言形式或数量形式去把握对象。所以在教授严密的、以符号表象维度的学科结构之前，应该让学生先学行为表象和图像表象维度的学科结构。这就意味着低年级注重在“动手做”中积累感性认识经验，而不要急于进行概念的界定和原理的概括。随着年级提高，可以逐渐加大概念的范围，加深概念的深度，提高概念学习的抽象程度。

前文提到美国小学新科学课程的开发，调动和综合了企业、大学、专家、教师等社会上与实施科学教育相关的力量，尤其是课程编制，集前期的调研、课程实验、修订与后期的出版、教师培训为一体，昭示了一个科学地开发课程的过程。由于课程开发遵循了从实践中来，再回到实践中反复修订的规律，以及与课程实施同步进行的科学教师在职培训，为将课程改革理念最终转换为实践的行动提供了强有力的保证。

英美两国的课程开发原则，为世界各国发展小学科学课程提供了非常有价值的经验。

3.4.4 形成多样的小学科学课程形式

20 世纪在中观层次的课程实施领域，形成了多样化的小学科学课程形式。

鉴于小学生的心理发育特点，世界各国都一致地将小学科学课程设置为综合课。课程内容的综合有多种形式。一种综合是以自然研究作为学校的中心课程，美国和德国采取了不同的策略。美国是进行科学探究活动，前面已有一些介绍。德国则是将自然科学与历史、地理等学科，以及儿童环境中的多方面材料综合成乡土研究。德国各邦基本小学都有以乡土研究为中心课程的倾向，学校其他科目如读文、习字、算术、音乐等都要建筑在乡土研究的教材上。乡土研究，在德国既是自然课程也是环境课程。1921 年普鲁士邦法令把乡土教育的内容规定为：

一、二年级中的乡土研究，当用直接观察法教学。本科教材的范围很大，诸如家庭场地、花园、校舍、操场、商店、工场、广场等，凡可以直接观察得到的东西都可以当做乡土研究的教材。对于这种直接观察法，应辅以各种口头发表（如故事、演讲、神话、表演、歌舞、歌谣等）和各种手工艺发表（包括各种画图），使本科内容格外活泼。

三年级以上的乡土研究，是教授地理、自然、历史等科的预备。通过对日月的观察，可以学到天文学的基本原则。通过对本地地理水道的观察，可以学到地理学的基本原则。利用沙箱作为本地地理平面模型，可以培养儿童查看地图的能力和习惯。再通过对动植物的观察，可以学习到动植物的生理与组织。此外，更可把地方上的神话与传说研究当做历史研究的准备。

四年级下学期把乡土研究扩大到省会研究。在扩大环境里的一切传记、史话，只要儿童能够领悟，都可以用做研究材料。可是这种研究大概偏重地理，至于历史的分量，可以轻些。本科直观教学法应随时利用室外教学，使便于实地观察、实地测量和实地试验，使所获得的经验格外切实和具体。所以不仅有娱乐价值的远足应该举行，凡是操场上、校园里、空地上、树林中，一切有教育价值的校外教学都该竭力提倡。^{〔1〕}

〔1〕 宋学文：德国小学的自然教育〔J〕．儿童教育，1931，Vol.4（4）．

另一种综合是以科学中的某一专题为载体，进行科学学科与人文学科的综合，即所谓的合科教学。科学与语言、算术、画图等的综合是低年级采用较多的一种综合课程。在这种综合课程中，重要的不是在科学课活动中去对美术、算术、绘画进行指导，而是要在上算术、国语、图画课时，使科学学习活动的经验在儿童不知不觉中密切联系起来。日本理科课程论学者伊藤信隆以一年级“寻找各种植物，用叶、花、果实等进行活动，注意它们的颜色、形状、汁液等特征”的学习内容为例，说明了这种合科教学的形式，如图 3-4 所示。^[1]

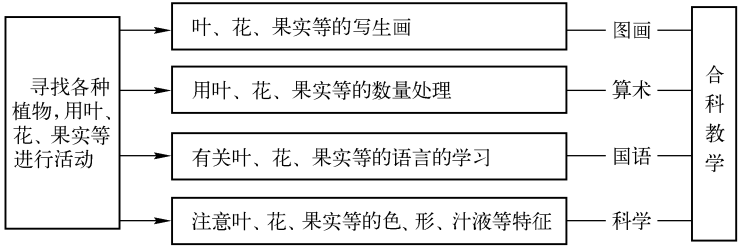


图 3-4 日本小学自然教育中的合科教学

第三种综合是在科学课的教学中，采用科学探究活动以外的多种活动形式，如戏剧、角色扮演、办科学小报、诗歌等进行科学主题的教学。例如，在进行人体健康主题的学习时，英国的 Littledyke 和 Michael 设计了“身体展示（Body Show）”戏剧表演的综合教学活动。^[2]

如果科学教学的中心问题或科学探究问题源于儿童的经验、兴趣，教学过程以儿童的动手做活动贯穿始终，那么这种综合课程就是“儿童本位综合课程”或“活动课程”。如果科学教学的中心问题或科学探究问题源于学科知识，那么这种综合课程就是“学科本位综合课程”。如果科学教学的中心问题或科学探究问题源于社会生活现实，那么这种综合课程就是“社会本位综合课程”。但是，更多时候，科学教学的中心问题或科学探究问题的起源是综合的，既是儿童感兴趣的，同时又是社会生活现实中的问题，更涉及多个科学学科。所以在大多数情况下，小学科学教学内容体现出了一种跨学科的、以多种活动形式呈现的、以儿童为中心的教学特点。

3.4.5 小学科学教学理论层出不穷

20 世纪在改善教师实践性课程领域涌现了许多科学教学理论。

1. “探究－研讨”教学法

“探究－研讨”教学法是美国哈佛大学兰本达教授等人在维果斯基的理论指导下创立的一种儿童科学教学法，20 世纪 80 年代曾经在美国和中国通过教师培训，进行了广泛的实验和推广。“探究－研讨”是围绕一个概念为学生提供有结构的材料，让学生在自由摆弄材料的过程中发现科学关系，产生前语言思维。研讨的目的是使学生在小组里一块儿来思考，用语言相互交流各自在“探究”中获得的印象，从而形成感性认识和理性认识，并提高每个儿童的概念水平。^[3]“探究－研讨”教学法的过程及特征如下。

课前，教师为学生小组准备观察和“实验用的”有结构的材料，将学生分成若干学习小组。在探究过程中，学生小组必须迎接挑战，自由地“探究”逐步由简到复杂的实际材料，

[1] 伊藤信隆. 学校理科课程论 [M]. 邢清泉, 等译. 北京: 人民教育出版社, 1988: 190.
[2] Littledyke, Michael. Drama and Primary Science Reports-Research, <http://www.eric.ed.gov>. 2001.
[3] 大卫·卡勒. “探究－研讨”教学法的特征及成功的奥秘 [J]. 孙望安, 译. 科学课, 1993 (3).

对实物教材进行实际动手。教师将主要注意力放在进行小组活动的学生身上,扮演一个流动的观察者角色,观察学生支配材料的情况和学生探究所获得的事实,为“研讨”做好准备工作,以便学生在课堂结束时将事实联系起来。同时要观察材料的实验效果,决定下节课是否应该更换什么材料。在研讨过程中,教师把具有概念性联系的客观事物呈现在儿童们的面前,要引导学生用自己的语言,与教师一起去发现和讨论(研讨)他们观察到的现象或结果。同时,教师要听取孩子们谈论自己的发现,帮助他们就某些方面得出一致的意见。“探究-研讨”教学法促进学生概念的形成沿着概念箭头运动的方向发展。具体来说,这种发展可以描述为:具体的,个人置身于有结构的材料中,以及由于这种置身而产生的前语言思维;集体研讨开始阶段个人表达各种观察到的情况所用的言辞与自己的思想的相互作用;一起参加探究实践和研讨的人的言辞和思想的相互作用;形成解释;对这些解释进行检验。^[1]

2. “假设-实验-指导”(HEI)教学法

“假设-实验-指导”(The Hypothesis-Experiment-Instruction, HEI)教学法最初是由伊塔库拉(Itakura)在1971年提出的一种用于科学教育的方法。^[2]经过伊纳戈奇(Inagaki)的改造,过去二十年在日本的许多小学和初中得以运用。^[3]

“假设-实验-指导”中,教师给学生提出一个带有3~4个选择答案的问题,让学生进行两次选择,一次是刚接触问题时,另一次是经过学生与学生之间的辩论以后。学生也有两次表明自己观点的机会,一次是讨论前的陈述,另一次是经过学生之间的辩论和讨论,再次选择答案之后的阐释。在学生辩论和讨论过程中,允许学生借助一些工具来进行实验,从而验证自己的假设。教师在整个教学过程中,充当学生辩论和实验的引导者的角色。学生们不仅在课堂上阐述自己的观点,而且也愿意与持有各种观点的同学进行对话和辩论,甚至通过实验和展示实验证据的课堂活动,来维护、解释和概括自己的选择。在这个过程中,别人的观点充当了一种“思维驱动机制”,使得发言的学生和其他学生能够从别人的观点中注意到有意义的部分,及时调整、充实、更正自己的观点。通过“允许个人把他人话语作为可延展的‘原料’而进行精致的转换,从而产生相关的、新的观点”(詹姆斯·V·沃茨奇,2002年)。

3. 基于探究学习的探究式教学法

小学科学教育中的探究,应当强调如下的探究过程:

观察——仔细查看,做好笔记,进行类比和对比。

提问——针对观察到的现象提问,提出能够引发调查的问题。

假说——提出与观察结果相一致的解釋。

预测——基于观察,预测一件将来会发生的事件。

调查研究——制订计划、开展活动、测量、搜集数据及控制变量。

解释——归纳综合,得出结论,找出合适的模型。

交流——将自己探究的情况以口头、书面表达或派代表陈述等多种形式告知别人。^[4]

[1] 兰本达,布莱克伍德,布兰德韦恩.小学科学教育的“探究-研讨法”教学法[M].陈德璋,张泰金,译.北京:人民教育出版社,1983:184.

[2] Morita, Eiji; Inagaki, Kayoko. Construction of Mathematical Knowledge through the Whole Class Discussion: Effects of Presenting a Problem with Answer Alternatives, ED 395760, <http://www.eric.ed.gov>.

[3] 詹姆斯·V·沃茨奇,奇卡课·托马.课堂中的话语与学习:一种社会文化观[A].高文,徐斌艳,程可拉,等译.教育中的建构主义[C].上海:华东师范大学出版社,2002:131.

[4] 美国国家科学基金会教育与人力资源部中小学及校外教育处.探究——小学科学教学的思想、观点与策略[M].罗星凯,等译.北京:人民教育出版社,2003:49.

加拿大的小学科学教育专家认为,探究式教学方法包括以下步骤:^[1]

集中话题,提出问题:教师设置能够展示科学问题、科学现象或科学事件的情境,吸引学生的关注,引导学生发表自己关于这一问题、现象、事件的初始的想法,同时将这些想法记录下来。例如,教师采用图画的方式来引导学生表达自己关于物体沉浮现象的初试想法。利用这一环节,教师可以了解学生头脑中的前科学概念,并针对学生头脑中的前科学概念,组织下面的探究活动。

探索:教师为学生提供熟悉的材料,通过学生们对材料的熟悉、自由摆弄活动,对自己的观点进行探索,并且做出尝试性的解释;同时认识到需要更多的数据和系统的调查对证明自己的观点的重要性。

调查:主要包括制订调查计划、实施调查计划和记录数据3个部分。在这一环节中,学生需要发展以下相关能力:①观察,学生要识别调查细节的相同点和不同点;②测量,学生要理解进行严谨、可证实性测量的必要性,并具备相应的能力;③公平实验,找出将要变化的因素和其他保持不变的因素;④记录数据,绘制图表记录调查过程中的测量数据。教师为学生的调查活动提供必要的、从资源到策略的支持和帮助。

解释:对获得的数据进行分析和概括,并且将数据转换成支持或反驳某种解释的证据。对数据分析的工具包括各种统计分析图,如柱形图、线形图及模型图。教师为学生的解释活动提供必要的支持和帮助。

反思:学生对证据的可靠性和有效性进行评估,并且利用数据来检验和修改先前的初始想法。当数据不支持先前的初始想法时,能够提出被证据支持的更加合理的新想法。教师要引导学生的反思活动。

交流:如同科学家向同行或者科学共同体交流自己的科学发现和新认识的交流阶段,甚至可以向社会开放。学生在这一阶段展示自己的探究成果,阐述发现和展示证据,以及利用证据证明自己的想法。教师是交流活动的听众、组织者,为学生的交流活动选择真正的“听众”,如对学生探究研究感兴趣的专家或者社会工作者。

应用:学生将探究结果应用于日常生活中,教师将引导学生将自己的探究结果与日常生活建立联系,以便于培养学生发现问题、解决问题、做出科学决策和采取行动的能力。

3.5 小结

本章首先对国际小学科学教育和小学科学课程发展的历史做了一番简要回顾,揭示了在精辟的科学教育思想的导引下,在丰富的科学教育实践活动的推进下,在国家教育政策的强力保护下,小学科学课程逐渐进入各国小学课程体系的一个缓慢而必然的发展历程。

20世纪,小学科学教育的发展中心转向了美国,经历了“自然研究”运动、“儿童经验课程”运动,在20世纪60年代,美国率先在小学科学教育领域展开了卓有成效的课程发展运动,并自那以后,引领了国际小学科学教育的潮流。因此,本章还专门总结了美国小学科学课程发展,尤其是课程编制的经验以及20世纪国际小学科学课程发展的特点。美国小学科学课程发展经验表明,课程开发是一个严谨的科学“试验”过程,也是一个由专业人员参与、改善教师实践性课程、使其向理想课程和正式课程实现跨越的课程发展过程。

[1] 改编自:刘占兰.加拿大小学科学教育对我们的启示[J].课程·教材·教法,2006(12).

与中国理想科学课程匮乏形成鲜明对比的是，国际小学科学教育思想和理想科学课程异常丰富。从弗吉尼奥、培根、夸美纽斯，到卢梭、裴斯泰洛齐，再到斯宾塞、赫胥黎等人，这些我们耳熟能详的名字谱写了科学教育思想的多彩篇章，孕育了丰富的理想科学课程观。这些丰富多彩的理想科学课程观为科学教育的普及和发展奠定了思想上、文化上、精神上的基础。最为可贵的是，这些教育思想没有被束之高阁，而是在不同时代被不同的教育家们前赴后继地予以实践。因此，国际小学科学课程发展呈现出与中国可理解课程先行于其他层次课程的发展路径截然不同的课程发展路径，即理想科学课程和实践科学课程齐头并进，催生出可理解课程和正式课程的诞生，并且在科学教育思想的引导下，形成了一个由“实物教育”经“自然研究教育”转向“探究教育”一脉相承的教育传统。

第4章 中国新一轮小学科学课程改革 概况及凸现的问题

4.1 中国新一轮基础教育改革简介及凸现的问题

4.1.1 中国新一轮基础教育改革背景

20世纪80年代后的20年,为了应对高新信息技术时代的到来及改革开放以来中国产业结构和技术结构调整对人才素质提出的新要求,中国面向21世纪的新一轮课程改革应运而生。

20世纪80年代中期至90年代初,国内掀起了素质教育的大讨论,这是新一轮课程改革的先导。1993年,由国务院批准出台的《中国教育改革和发展纲要》提出“基础教育要由片面追求升学率转向提高国民素质的轨道”。1994年召开的第二次全国教育工作会议明确提出“基础教育要由应试教育转向素质教育的轨道”,由此揭开了素质教育改革的序幕。之后,原国家教委就在几个地方开始素质教育的试点工作,并于1995年和1997年在湖南汨罗、山东烟台召开了两次素质教育研讨会。1995年5月26日,江泽民总书记在全国科技大会上发表讲话,指出“创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力”、“一个没有创新能力的民族,难以屹立于世界先进民族之林”,并倡导自主创新和在实践中学习——“如果自主创新能力上不去,一味靠技术引进,就会永远难以摆脱技术落后的局面”、“不仅从书本上学习,更要注重在实践中学习”。为了响应江总书记的讲话,1996年原国家教委颁布了“课程方案”[包括《全日制普通高级中学课程计划(试验)》、语文等12个学科的教学大纲(供试验用)、语文等12个学科教材(供试验用)],并于1997年开始在两省一市(江西、山西和天津)进行试点试验。

上海市于1998年启动了二期课程改革。1988年,受原国家教委的委托,上海市承担了适应经济比较发达地区的中小学课程教材改革的研究与试验,也就是上海市的一期课程改革。1997年年初,在课改一期工程成果进入相对稳定使用期的同时,上海市着手进行二期课改工程。二期课改旨在面对21世纪的要求,建立能全面提高学生素质、健康发展学生个性的,使学生具有持续发展能力和创新能力的课程教材体系。^[1]正如预期的那样,此次课改在课程结构与模式上、学科体系上及教育技术上取得了重大突破,提出了以基础型课程、拓展型课程和研究(探究)型课程为主干的课程结构,倡导将研究(探究)性学习方式有机融入各门学科。两省一市和上海市的课程改革试验为新一轮基础教育课程改革提供了试点经验。

1998年12月24日,教育部发布《面向21世纪教育振兴行动计划》,明确提出面向21世纪教育改革的主要目标。1999年6月13日,《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》发布,该决定根据世界发展的趋势和中国社会主义现代化建设的需要,针对中国现实教育的不足,提出“素质教育的重点在于培养学生的创新精神和实践能力”这一

[1] 张民生. 上海基础教育的改革与发展: 20年来的回顾与展望 [J]. 上海教育, 1998 (12): 5.

具有时代意义的战略决定。这些政策和纲要性文件的颁布，为新一轮课程改革做好了政策上、舆论上和方向上的准备。

1999年12月，教育部在对两省一市实验工作进行总结，广泛征求各方意见和吸纳上海市课改经验的基础上，由教育部基础教育司组织并设立了有专项资金资助的“国家基础教育课程改革项目”，启动了基础教育课程改革。

4.1.2 中国新一轮基础教育改革概况

1999年年底启动的国家基础教育课程改革项目，旨在建立一个适应21世纪需求，充分体现基础教育性质和素质教育精神，促进每个学生全面发展，让学生真正成为学习主人的基础教育课程新体系。涉及的子项目有制定总体规划，设计基础教育课程改革的纲领性文件（即《基础教育课程改革纲要》），制定基础教育的课程标准，开发课程资源（含教材），进行课程评价体系、课程管理体系、课程资源与管理系统的研究，进行基础教育课程改革实验与推广等研究。^{〔1〕} 该项目广泛动员了中国教育界的研究力量，教育部不仅成立了基础教育课程教材发展中心，还在8所师范大学设立了基础教育课程研究中心，中央教科所、课程教材研究所以及各省教育行政部门的教研部门、其他师范大学和一些非师范大学中的教育研究机构也都纷纷参与课改项目的研究中。

其中，各学科课程标准研制组成立于2000年1月至6月间。2001年2月，各研制组在专题研究的基础上形成了义务教育阶段课程标准初稿，并在内部征求意见。与此同时，课标研制组的专家也参与了新教材的编制工作。至2001年秋季，已经完成了义务教育各学科课程标准（实验稿）及其20个学科（小学7科、中学13科）的49种新课程实验教材的编撰工作，并首次在38个国家课程改革实验区试用。按照教育部基教司的部署，2001年9月，义务教育阶段新课程改革在全国38个国家级实验区率先试行；到2005年，义务教育阶段各起始年级原则上都已经进入新课程。高中课改实验于2004年启动，广东、山东、海南、宁夏成为首批实验区。至2009年年底，已经有23个省市跟进。预计到2010年，全国都将实施新的高中课程方案。迄今，在最早进入基础教育新课改的广东等地，新课程已经实施了近8年。

4.1.3 新一轮基础教育改革凸现的问题

从课程发展的角度来看，本次课程改革最大的特点就是，由政府部门主导，同时启动了不同层次的课程改革。按照课程发展理论，应当首先提出理想课程，参照理想课程制订正式课程，然后再参考理想课程和正式课程编制可理解课程。而实际上，从项目成果公布的时间来看，各学科课程标准与依照课标编制的新教材几乎同时出台。

处于不同层次的课程同时进行开发，还会带来一个问题，就是课标还处于讨论和实验阶段，教材就要依据这个尚未确定的标准来编写。如果课标改动以后，教材是否也要变更呢？而新课标实施过程中，确实暴露出了一些问题。《科学（3—6年级）课程标准》适应性研究课题组对新课标的适应性进行了调查，结果显示课标还有一些不够完善和不适应当前教育现状的地方。具体表现在：一是教师教育观念与新课标要求不适应，体现在由偏重学习的结果转变为偏重探究的过程的不适应和承认学生个体差异性、让学生成为学习的主人不适应两个

〔1〕 国家基础教育课程改革项目概览．中华人民共和国教育部基础教育司．1999-12-13．

<http://www.moe.edu.cn/edoas/website18/41/info5741.htm>

方面；二是学习活动组织的不适应，体现在对伙伴协作式等小组学习的不适应、教学场所难以选取以及实验器材、学具不能满足三个方面；三是年级目标不易把握；四是教学评价难以实施。^{〔1〕}此外，参与编制可理解课程的人员，理论上来说不可以是教材的审定者。然而实际上，有一批教材审定者同时也是新课标各种教材的主编。同一批人员担任教材的审定者和编写者，这不符合教材编审和选用的一般制度。

本次课改遵循了《纲要》提出的“以邓小平‘三个面向’和江泽民‘三个代表’重要思想为指导，以提高国民素质为宗旨，培养学生的创新精神和实践能力”的要求。这一要求贯穿课程改革的具体目标、课程结构、课程标准、教学过程、教材的开发与管理、课程评价、课程管理、教师的培养与培训、课程改革的组织与实施及课程教材持续发展等各个方面。这本来无可厚非，因为任何一个国家的课程改革都不可能脱离国家的和社会发展的实践。但是，仅有政治纲领是不够的。

从课程发展理论来说，还需要理想课程的指导。理想课程来自于社会现实，反映了一定历史条件下社会文化基础和时代发展要求，它是一个社会高水平或者对社会有责任心的人们，对于实施教育理想的哲学思考的代表。那么，我们的教育究竟要培养什么样的人呢？在面向21世纪的初等教育课程改革中，法国提出了培养“法国社会中的自治、有责任心的公民”的目标，日本提出了“培养生存于国际社会中的日本人”，两国都旨在培养尊重本国文化和传统，同时又深谙世界社会发展规律的“世界人”。那么，我们的教育要培养怎样的“中国人”呢？什么样的课程体系对我们的教育目标是适合的？泰国为了培养“泰国人”，提出了5个方面的小学课程范围：工具学科、生活体验、品性发展、工作倾向体验、特别体验。^{〔2〕}这些课程显然对于儿童成长是有利的，是值得我们借鉴的。还有，我们将如何有效组织这些教育经验？以及我们将如何评价我们的课改是否达到了我们既定的教育目标呢？等等。这些问题不应当仅由政府或者党派领导人来思考，还应当由哲学家、教育家和科学家等全社会的“智者”来思考，这是社会赋予他们的义不容辞的责任和义务。但遗憾的是，这些问题还未来得及进行充分的讨论，我们就开始了一场“自上而下”、轰轰烈烈的课改运动。不同层次的课程改革齐头并进，这种改革模式还会带来哪些问题呢？

4.2 小学科学课程改革凸现的问题

4.2.1 理想课程缺失

本次课改中所凸现的理想课程缺失的情况，也同样存在于小学科学课程改革中。前文提到刘默耕的“科学启蒙教育”的理想课程观，除了名称还保留在课改文件中以外，其内涵已经被新的理念所替换，未能指导本次课改中小学科学正式课程的编制。

20世纪80年代刘默耕基于马克思主义哲学和中国教育实际，^{〔3〕}提出了“科学教育应该引导学生在事实的基础上形成概念，为逐步树立与中国的‘社会结构’（即社会性质）相适应的‘思想体系’（即世界观）打基础”的科学课程理念。新课标既没有继承这种原创性思

〔1〕《科学（3—6年级）课程标准》适应性研究课题组. 科学（3—6年级）课程标准适应性研究 [J]. 重庆教育学院学报. 2004, Vol. 17 (1).

〔2〕李志厚. 泰国九十年代中小学课程改革与发展趋势 [J]. 比较教育研究, 1999 (2).

〔3〕刘默耕给我们留下了什么 [J]. 科学课（小学版），2005年7月上半月.

想，也没有对这种原创性思想进行改造，而是直接将当时流行的国际科学教育理论进行了一个大综合，变成了这次小学科学课程改革的基本理念：

第一条是关于小学科学课程的定位问题，这次的定位是，小学科学课程是以培养科学素养为宗旨的科学启蒙课程；第二个理念是小学科学课程应该面向全体学生；第三个理念是学生是科学学习的主体；第四个理念是科学学习要以探究为核心，这一点与世界各地的取向是一致的；第五个方面，小学科学课程应该具有开放性；最后是评价方面，科学课程应该能够促进科学素养的养成和发展，也应该能够促进科学素养的形成和发展，针对科学素养内涵的多样性，评价的指标也应该是多元的，评价的方法也应该是多样的。^[1]

“科学启蒙教育”被定义为“培养科学素养”的启蒙教育，“世界观教育”被面向全体学生的探究教育所取代。这样一来，就造成了本次课改理想课程事实上的缺位，不仅打断了中国自 80 年代以来所发展的自然教育传统，而且重蹈了自然课改理想课程匮乏的老路。

4.2.2 科学课程开发的基础性研究工作不足

科学课程开发的基础性研究工作不足主要表现在对“儿童最感兴趣的是科学课程的哪些方面”研究不够。据课标研制组组长郝京华教授介绍，为了这次课程改革，小学科学课程标准研制组做了四个支撑性研究：一是对国际小学科学课程（如美国、英国、俄罗斯、日本、加拿大、新西兰等国家和中国香港、台湾地区）的课程标准进行了比较研究；二是对自然课程在国内的实施现状进行了调查；三是社会需要、社会发展在媒体上是怎么反映的；四是科学教育理论的进展。^[1]其中，《科学（3—6 年级）课程标准》研制组于 2000 年和 2001 年调查了中国东部、中部和西部及北京地区小学六年级毕业生的科学素养，^[2]结果表明小学生科学素养总体水平不容乐观，测查合格率不到半数。研制组将科学素养的核心要素确定为科学兴趣、科学知识、科学方法和科学精神。研究发现，只有不到一半的小学生掌握了科学概念；对科学精神的投射测试发现，总体合格率仅为 27.4%；在科学兴趣与科学活动方面，小学生们喜欢参观科技馆、博物馆等地方，喜欢阅读科普读物和喜欢进行小发明、小创造、小制作的达到了 90% 以上，但是经常去做这些事情的，平均只有 40% 左右；而对于科学方法的掌握程度，样本的总体合格率只有 34.9%。这项调查揭示了小学自然课程实施中的一些问题，也为课标制订和课程改革提供了一些信息。

但是，对于小学课程发展来说，最具有指导意义和最关键的信息恐怕是儿童最感兴趣的是科学课程的哪些方面。如果不弄清楚儿童最感兴趣的内容，将会导致科学课程无法十分贴切地适应于儿童兴趣的发展，自然科学课程实施的效果就要大打折扣。早在 1927 年，美国人古劳德·克莱格就曾经就儿童的科学兴趣做过深入研究。他分析了儿童在学习科学课程时提出的几千个问题，发现儿童注意的问题十分广泛，涉及生物、岩石、电、飞行、化学、大气，以及物理学、地学等的各个方面，他的研究成果对于扭转美国科学课程的方向起到了很大作用。^[3]赫德评论说古劳德的研究使小学科学课程走上了训练脑筋的道路。实际上，古劳德的研究探明了儿童在课程中所获得的科学经验的范围，为小学科学课程的开发和课程标准的研制提供了最有价值的信息。而中国在为儿童制订历史上首部科学课程标准和开发首个《科

[1] 郝京华. 关于小学课程标准的讲座（一）[J]. 小学自然教学, 2001（9）. 这些理念被写入了《小学科学课程标准（3—6）年级（实验稿）》前言部分。

[2] 樊琪, 赵骏. 小学生科学素养透视——来自《科学（3—6 年级）课程标准》研制组的报告 [J]. 小学自然教学, 2003（6）.

[3] Paul Dehart Hurd, James Joseph Gallagher. 小学科学教育的新方向 [M]. 刘默耕, 译. 北京: 文化教育出版社, 1980: 33.

学》课程时，不知什么原因，课标研制组并没有对儿童科学经验的范围展开调查研究。

如此一来，人们不禁会问，本次课改中所开发的科学课程是否满足了当代儿童学习科学的需要呢？课程的内容是否适合儿童年龄发展的特点呢？换句话说，今天科学课程所依据的科学概念学习的心理学基础是什么呢？在导言中，笔者曾经描述了小学科学课程令人担忧的实施现状，在前文还提到了小学科学课程改革中理想科学课程缺位，以及正式课程、可理解课程、实践课程和经验课程的改革同时启动所带来的一些问题。而其中，可理解课程开发所暴露的问题最为突出。

4.2.3 可理解课程开发程度不足，只进行部分开发，而未达到全面开发程度

可理解课程开发仅开发了教科书，未能对与教科书内容配套的科学材料进行同步开发。除了出台了《科学（3—6 年级）课程标准》外，本次小学科学课程最大的成果莫过于开发了“一纲多本”的新课程科学教科书。未能开发与教科书相配套的科学材料，使得可理解课程只得到了部分开发而未能达到全面开发的程度。

就教科书而言，截至 2007 年 10 月，义务教育阶段小学科学教科书有 8 套：苏教版、教科版、冀人版（河北版）、粤教科技版、大象版、青岛版、湘版、鄂教版。^[1] 此外，还出现了多套地方性的实验教科书。例如 2002 年秋季新学年开学后，北京市海淀区小学从小学一年级开始开设英语课和科学课，使用不同于以往的实验教材。^[2] 2006 年 9 月，华中科技大学附属小学等全国 10 所小学一年级新生开始试用由美国国家科学资源中心开发的美国版科学教材——《面向儿童的科学和技术》（简称 STC 课程）。^[3] 该课程覆盖了生命科学、地球科学、物质科学和技术设计 4 大主题领域，共由 24 个单元组成，每个单元又包括了若干活动。它旨在锻炼观察、测量和特征辨认的能力；训练寻找证据、识别模式和周期的才能；培养区分因果、延伸感觉的能力；让学生学习设计和控制实验操作。^[4] 在上海市，根据上海市中小学（幼儿园）课程改革委员会制定的课程方案，上海市政府出台了《上海市小学自然课程标准（征求意见稿）》和《上海市小学科学与技术课程标准（征求意见稿）》。据此标准并经过上海市中小学教材审查委员会审查准予试验的有 3 套科学教材：《自然》、《自然》（牛津改编版）和《科学与技术》。其中，牛津改编版《自然》改编自英国教材，其内容体系自成一套。

教材呈现出“百花齐放”的态势，这本来是一件好事情。但是，根据国家课程标准编制的 8 套教材，课程内容基本上是一致的。这与美国 20 世纪 60 年代新科学课程开发运动中出现不同课程假设、不同课程目标、不同课程内容和不同评价的多种小学新科学课程的境况大不相同。而且，小学科学课程的开发仅开发了教科书、教学参考书以及出版商最感兴趣却不属于可理解课程范围的配套练习册，未能对与教科书内容配套的科学材料进行同步开发。除了教科书，许多出版社还推出了与其相配套的各种资源，如《科学教师教学用书》、《科学学生活动手册》、《科学图片库》、《科学试教通讯》、《科学培训光盘》等。资源的种类可谓齐全，但迄今为止，没有哪家出版社开发出专门针对儿童探究实验教育的，并拥有成套实验设备和材料的“设备箱”或“实验箱”。

[1] 资料来自：教育部办公厅．关于印发《2008 年基础教育课程标准实验教学用书目录》的通知．
<http://www.moe.edu.cn/edoas/website18/25/info34825.htm>，2007 年 10 月 18 日．

[2] 今年秋季开学后海淀中小学将启用实验教材 [N]．京华时报．2002 年 5 月 23 日（A05）．

[3] 华中科技大学附属小学将试用美国科学教材．武汉教育信息网 <http://www.whjy.net/kxkc/kecx/31151.shtml>，2005 年 11 月 4 日．

[4] 全国 10 所实验小学今年试用美国科学教材 [J]．河北教育（综合版），2006（1）．

而早在 20 世纪 60 年代，美国小学新科学课程开发运动中就建立了同步开发科学材料的传统。每种新科学课程都拥有与自己课程教学相配套的“实验箱”。例如 COPES 课程非常注重实验，为了使学​​生融入第一手的实验中，熟练地根据规定目的使用材料，课程开发者设计了一个“实验箱”。据赫德描述：

它是木质边、木质顶盖和有木腿底板的箱子，在它上面能够搁置实验仪器。器材不用的时候，就储藏在箱子里。每一箱都能包括足够四个孩子分成两对进行作业所需的器材。绝大多数器材都是简单的、花钱很少的。例如，可折叠的泡沫塑料咖啡杯、廉价的温度表和橡皮筋等就提供了许多关于热的学习活动的物质基础。

科学实验是科学教学的一个重要的组成部分，科学实验设备、器材等科学材料应该是科学课程开发首先且必须考虑的一个重要方面。如果缺少了用于科学实验的材料、设备和器材，与过去的自然教育有何两样呢？在美国，学校一般都设有科学材料选购委员会，负责选购科学课程实施中需要的科学材料。为了规范科学材料的置备、选购行为，美国国家科学资源中心还制定了一套科学课程材料的评价标准。中国目前尚无类似的科学材料评价标准，科学材料的开发滞后于教科书的开发。有人认为，目前中国小学科学新课程教学中，科学材料目前至少存在 4 点不足：材料的现成性——大多是教师在课前准备，无须学生动脑筋想办法准备；材料的指令性——学生只能使用教师课前准备的材料，无选择余地；材料的同一性——各组实验材料都相同，没有互补合作的可能；材料的固定性——材料都已按照教师的意图组装安排，由教师提供自助餐式的材料，或者由学生自己准备材料。^{〔1〕} 这种状况，可以说从一开始的课程开发模式就注定了。因此，新课改的课程开发，无论如何，都不能算是真正的科学课程开发。难怪有人要惊叹，我们的课程开发，似乎成了一场“编书运动”。

4.2.4 教师实践性课程未能得到有效改善

可理解课程方面统编教材一统天下的局面被打破，全国性的教材市场也已形成。但随之而来的问题却不可避免：教师实践性课程的改善工作谁来做？实践性课程与正式课程之间的差距谁来弥补？过去统编教材时代，可以由教育部统一部署、统一要求和统一进行教师培训工作。如今，全国性教材市场形成以后，教育部是否还能够做到这三个“统一”？如果做不到，那么应该由谁来做这个工作？出版社、地方教育行政部门还是各个版本的教材主编？

实践性课程改善主体不明确，给改善教师实践性课程的培训工作的开展带来了一定的困难。虽然一些出版社和教材主编也积极开展教师培训工作，但培训工作多集中在宣传课程理念上，尚未见到对教师新课改实践性课程的深入调查研究。如果缺乏对教师实践性课程现状的了解，那么改善实践性课程将会因为缺乏针对性而失去其培训的有效性。因为缺乏对教师实践性课程的深入研究成果，迄今，我们很难见到有效改善教师实践性课程的科学教学理论及相关著作。

4.2.5 正式课程出现科学性的错误

在强调课程的科学探究性方面，《科学（3—6 年级）课程标准》已经出现了一些并未经过严格实验检验的科学探究案例。例如“韭菜治鸡瘟”，韦钰院士就指出这个例子只有探究的步骤，而不是真正的探究。^{〔2〕}

〔1〕 程誉技．小学自然常识“做中学”实验教学的实施策略〔J〕．教学月刊（小学版），2002（5）．

〔2〕 小学科学课程标准修订工作组第一次会议纪要．韦钰 blog，2008-3-7．

4.3 三角互证与小学科学课程实施现状研究

4.3.1 问题的提出与研究目标

前文指出小学科学课程改革暴露出的一些问题：理想课程缺失、科学课程开发的基础性研究工作不足、可理解课程开发程度不足、教师实践性课程未能得到有效改善、正式课程出现科学性的错误。其实有些问题甚至一直贯穿于小学科学课程发展的历史进程中，如理想课程缺失、可理解课程开发程度不足、教师实践性课程未得到有效改善等。而正式课程中的错误和科学课程开发的基础性研究工作不足，则暴露出我们在科学教育研究方面的力不从心。这些问题也暴露出我们在课程理论认识上的欠缺、课程发展实践上的捉襟见肘及课程改革中的急功近利态度。

由课程的层次性可知，宏观层次的理想课程、正式课程和可理解课程只有通过学校和教师共同创造的实践性课程作为媒介，才有可能在学生内心形成微观层次的经验课程。由课程的发展性可知，不同层次课程之间实现跨越式发展的关键在于实践性课程。实践性课程向理想课程和经验课程的无限接近过程既是课程发展的过程也是课程发展的核心，如果实践性课程不发生根本性的变化，那么，即使有再好的理想课程、正式课程或可理解课程，也很难落实和转化为经验课程。目前，中国的小学科学教育正处于一个由“自然教育”向“科学教育”转型的历史性的时刻，我们很有必要了解现阶段小学科学课程的实施现状，了解小学科学课程在不同层次上的实施现状。这一点很重要，如果不区分课程的层次性而去笼统地研究课程的实施现状，那么，很有可能会被课程的复杂性所迷惑，而抓不住影响课程实施的关键因素。

不同层次课程的实施现状研究中，最复杂的要数实践性课程了。理想课程、正式课程和可理解课程大都可以以文本或其他载体表现出来。通过对这些文本或载体的解读、诠释，可以获得课程的实施信息。而通过评估学生的学习成果，也可以获得经验课程的实施信息。本书第2章、第3章以及4.1、4.2节正是基于这样的基本认识，向大家描绘了小学科学课程发展的历史之路、小学科学课程发展所面临的国际挑战以及新一轮课程改革凸现的问题。实践性课程就比较复杂了，仅从教师教育的相关文献中可以部分了解实践性课程的状况，但并不能达到窥一斑而知全貌的程度。实践性课程的实施主体是教师，作为一个整体，教师的师资队伍状况影响着课程的实施；而作为个体，教师个人的实践性课程（个人课程、实施课程和实际课程）更是无时无刻不影响着课程的实施；作为社会中的一份子，社会文化或教师生存的现实社会，也会对课程的实施造成一定的影响。所以对教师、教师实践性课程以及课程实施的社会现实基础的考察，仅凭文献文本的研究是不够的，必须要有来自课程实施现场的观察报告。

因为缺乏课程理论的指导，以往对课程实施状况的研究，很少能够从课程的5个层次去全面分析。因为缺乏不同层次的课程实施状况的调查研究，我们很难勾画出课程实施的真实图景，这无疑会影响课程改革政策的制定和落实，进而影响课程改革的推进。而现有的许多关于课程实施状况的研究，又分散于不同地区或不同城市，鲜有对某一地区的课程实施状况进行全景式的、立体的透视。已有的研究报告显示，作为研究样本的地区或城市其经济发展相对落后，如云南（席学荣，2003年）、山西（胡卫平等，2006年）。经济发展相对落后地区或城市的情况只能反映出中国小学课程实施的区域性差异，不能代表中国小学科学课程发

展的良好水平。再有，任何课程的实施都离不开一定的社会文化环境，这是课程发展的现实基础，而以往的研究在这方面是不足的。

鉴于以上的考虑，笔者认为课程实施研究的重点，应当放在对教师实践性课程考察方面。通过对课程实施主体——教师及教师实践性课程状况的考察，描绘出当下小学科学课程实施的现实图景，明确改革进程中的不足和小学科学教育发展所面临的挑战，为制定振兴和发展小学科学教育的方略提供充分的信息。

4.3.2 研究样本

种种迹象表明，经济发展相对落后地区或城市社会文化环境相对封闭，人们的思想相对保守，在改革创新和进行教育创新项目试验方面要么故步自封，要么迈出的步子很小。教育的发展水平相对落后，小学科学教育的发展水平自然高不到哪里去。这些地区或城市的小学科学教育状况只能反映出中国小学课程实施在区域上的差异，而不能代表中国小学科学课程发展的水平。以这些地区或城市为样本所获得的研究成果也无力承担预测中国未来小学科学教育发展方向的重任。而上海市则为我们提供了一个合适的研究样本。

1. 多样化的科学教材

自 1988 年开始一期课改，上海市推出了按照“科学方法”和“科学知识”体系编排的《自然》教材（俗称“教科版”），目前徐汇区等区县还在使用。1998 年二期课改启动后，上海市又借鉴英国牛津出版社出版的小学基础科学教材，推出了用于小学科学教学的《自然》（牛津上海版）教材（即牛津改编版），在松江区等区试用。虹口区和杨浦区自 2003 年开始，作为试点试用上海教育出版社出版的《科学与技术》教材（俗称“科技版”）。目前，上海市共有 3 套小学科学教材，见表 4-1。

表 4-1 上海市小学自然教材不同版本使用区县一览表

教 科 版		牛津改编版		科 技 版
徐汇区	黄浦区	松江区	卢湾区	虹口 杨浦（1—4 年级）
闵行区	浦东区	静安区	普陀区	
宝山区	奉贤区	青浦区	金山区	
长宁区	崇明县	闸北区	杨浦区	
南汇区	金山区	嘉定区		

2. “做中学”科学教育实验项目的实施情况

“做中学”科学教育实验项目也进入了上海市的幼儿园和小学。早在 2001 年 9 月“做中学”科学教育实验项目试点实验时，上海市静安区就被选为首批试点地区，有 5 所幼儿园、8 所小学参与了这项科学教育实验项目。2005 年年底，“做中学”科学教育推广项目正式启动后，静安区、浦东区、徐汇区、宝山区共有 39 所试点小学和 41 所幼儿园参加。2007 年，上海市“做中学”试点小学数量已增到 64 所，试点幼儿园已增加到 67 所。目前，“做中学”试验已经扩大到 131 所幼儿园和小学。^[1]

3. 发达的教育

上海市位于长江三角洲冲积平原，是世界著名的国际化城市，中国重要的科技中心、贸

[1] 陈红. 科技团体与科学教育 [R]. 2007 年小学和幼儿园（做中学）科学教育国际研讨会（云南昆明会议）报告. 2007 年 10 月 17 日.

易中心、金融和信息中心，也是中国最具竞争力的城市之一^{〔1〕}和中国教育竞争力最强的省市之一。^{〔2〕} 迄今为止，上海市已普及九年义务教育，义务教育阶段的入学率达到了 99.9%。作为中国经济竞争力最强和教育竞争力最强的省市之一，自党的十一届三中全会以来，随着国家发展战略政策的调整，上海市敢为天下先，积极主动地进行教育改革的探索。至今，上海市基础教育改革与发展已经历了三个重要的发展阶段。其中，中小学的课程改革从 1988 年开始，已经进行了两期，一期十年，长达二十年的改革。^{〔3〕} 三个阶段中提出的改革思想、改革措施及获得的经验，为教育部制定和调整国家基础教育改革的相关政策与方案提供了非常重要的参考，有的改革经验甚至直接被吸纳到国家课程计划中，革新了中国的课程形态。例如上海市二期课改中提出的“研究性学习”和“研究型课程”的改革思想，经过一年的实践以后，其实践经验和理论认识受到教育部和课改专家的认可后，被列入中国普通高中新课程计划。^{〔4〕}

综上所述，上海市有着其他省市所没有的特殊的改革环境，以及比其他省市更丰富的改革经验。上海市的教育改革在全国居于领先水平。研究上海市，就等于站在了中国教育改革的最前沿。上海市的经济发展在全国也居于领先水平，研究上海市，能够在一定程度上把握高速发展的现代社会及中国教育改革的未来趋势。另外，根据自己多年对中国教育实践的考察和研究，笔者发现，中国教育改革和发展存在极大的地域性差异，^{〔5〕} 但是文化上的差异并不显著。这一发现，当然还有待更充实的研究成果予以证实。但是，在上海市这个中国最发达的城市，传统文化的影响无处不在。这恰好为我们探索“在传统文化背景和高速发展的社会经济环境中，小学科学教育面临哪些挑战”，以及“如何借鉴国际和国内的先进经验振兴和发展小学科学教育”这样的课题提供了理想样本。

4.3.3 研究策略——三角互证

对教育现状的考察，常用的研究方法是调查法，包括问卷调查和访谈法。近年来，从文化人类学、考古学和社会学研究上，教育学研究又借鉴了一种针对实地参与现场的调查研究方法——田野调查法研究课堂教学。整体来看，本研究将主要采用多种调查研究的方法进行研究。为了保证研究结论的客观性和可靠性，将引入三角互证（Triangulations）。在社会学上，多方面、多个角度的研究被称为“三角互证”。^{〔6〕} 本研究中的三角互证涉及资料三角校正方法（Data Triangulation）和方法论三角校正法（Methodological Triangulation）。资料三角校正方法是指依照目标有系统地包含各种人物、地点与时间的研究。本研究中使用在了不同日期、不同地点，针对不同人物对同一研究问题的调查来进行研究。方法论三角互证则混合使用了问卷法、半结构的访谈、内容分析法、课堂观察法这 4 种不同的方法。现将各项分研究的研究方法简述如下：

为了实现研究目标，首先将采用问卷调查的方法，了解现阶段小学科学教师师资队伍的状况。对实践性课程的考察，按照实践性课程的定义，将从个人课程、实施课程和实际课程 3 个方面来考察。对个人课程的考察将采用问卷调查法，对实施课程的考察采用问卷调查方

〔1〕 倪鹏飞，等．中国城市竞争力聚类分析〔J〕．中国工业经济，2003（7）．

〔2〕 胡咏梅，薛海平．中国教育竞争力的区域划分〔J〕．教育与经济，2003（1）．

〔3〕 张民生．上海基础教育的改革与发展：20 年来的回顾与展望〔J〕．上海教育，1998（12）．

〔4〕 张肇丰．试论研究性学习〔J〕．课程·教材·教法，2000（6）．

〔5〕 张荣华．研究性学习实施的区域性失衡及其成因探讨〔J〕．上海教育科研，2006（9）．

〔6〕 Uwe Flick．质性研究导论〔M〕．李政贤，廖志恒，林静如，译．台北：五南图书出版公司印行，2007：365．

法和内容分析法。对实际课程实施的考察将采用课堂观察法。这3个分研究的研究结果将相互印证和检验实践性课程的实施情况。接下来,将采用访谈法,通过对小学科学教师的访谈,了解小学科学课程实施的社会文化现实基础。

关于研究数据的搜集、整理与分析,以及研究的信度和效度等,将在相关研究中予以具体说明。

4.4 小结

纵观国际科学教育和小学科学课程发展历史,我们可以深切地感受到,课程发展已经进入一个科学的、理性的发展阶段。科学课程的实施并不是学校的一己之任,它需要社会各界的关注、参与;科学课程的实施也不是教师的一己之任,它需要课程专家和专业人员的有效培训和指导。反观中国的小学科学教育实践,前科学课程时代科学课程实施所面临的困难和矛盾并没有因为一个课标的颁布而自动消失。齐头并进的课程改革和实施举措,再次走回了课程实施脱离课程发展理论指导的老路上。理想科学课程的缺位、可理解课程开发表面上的极度繁荣及实践性课程的无人理睬,这种状况如果再不予以纠正,无论有多么“标准”、多么“先进”的正式课程,最终恐怕都难以实现课程改革的既定目标。

对课程实施现状的考察,应当在遵循课程具有层次性这一客观规律的基础上,对不同层次课程实施的情况予以考察。理论上来说,理想课程的变革才是根本性的变革。实际上,决定课程改革是否成功的关键,却是教师的实践性课程。彻底的课程改革运动,既需要理想课程的改革,也需要改善实践性课程。实践性课程的变革,是推动课程改革顺利进行的动力。对实践性课程的考察不能停留于文献文本的分析,更应走进课程实施的现场去搜集第一手的信息。这样,结合文本和非文本研究信息,我们有望获得对小学科学课程实施状况的一个立体图景。而运用三角互证研究策略,通过不同研究中数据彼此之间的相互印证,可展示出研究者严谨的研究态度和实证性的研究过程,以加强研究结论的可信度和可靠性。

本书的第5章至第7章将从多个方面、多层次地介绍小学科学教育面临的各种挑战。

第5章 小学科学教育面临的挑战之一： 师资队伍状况考察

课程实施的主体是教师，作为一个整体，教师的师资队伍状况是影响课程实施的一个重要因素。

本章旨在对现阶段的小学科学教师师资队伍状况进行考察。根据定量研究的抽样理论，选择上海市全体小学科学教师为研究的总体。根据研究目的及研究条件，采用方便抽样法，即研究者选择适合研究目的和简便易行的样本，^[1] 从上海市的 19 个区县中选择了位于市中心和非中心地带的 4 个区县的自然教师作为本次研究的可抽样样本。采用自制的《自然教师基本信息调查表》（见附录 B），利用各区县自然教研活动时间，由笔者本人或委托教研员实施调查。施测时间为 2008 年 3 月 24 日至 3 月 28 日。

本次调查共发放问卷 124 份，收回问卷 120 份，回收率为 96.77%。问卷回收以后，对问卷的有效性进行了甄别，按照要求所有项目都做答的问卷，方视为有效问卷。有效问卷共 117 份，有效率为 94.4%。最后确定了 117 名自然教师为本次调查的有效样本。数据分析采用 SPSS13.0 软件，在计算机上完成。

5.1 年龄结构、性别比例及平均年龄

样本的年龄结构、性别比例及平均年龄见表 5-1。统计结果显示：各个年龄段的人数由最高到最低的顺序为 30~39 岁 > 29 岁以下 > 40~49 岁 > 50~59 岁，近 66% 的教师年龄在 39 岁以下；女性教师人数占样本总数的 59%，男性教师人数占样本总数的 41%，女教师是男教师人数的 1.44 倍；平均年龄为 37.6 岁。结论：目前上海市小学自然课师资队伍中男女性别比例接近平衡状态，各个年龄段人数分布均衡，整个队伍呈现出年轻化的特点。

表 5-1 样本的年龄结构、性别比例及平均年龄（N=117，平均年龄=37.6）

年龄 性别	29 岁以下	30 ~39 岁	40 ~49 岁	50 ~59 岁	合计
男性（人）	9	15	11	13	48
平均年龄（岁）	27.3	35.5	45.2	53.8	41.1
女性（人）	19	34	11	5	69
平均年龄（岁）	25.6	33.2	43.5	51.6	34.1
合计（人）	28	49	22	18	117
占总人数的（%）	23.9	41.9	18.8	15.4	100
性别比例	1:1.44				
平均年龄（岁）	26.5	34.4	44.4	52.7	37.6

[1] 梅雷迪斯·D·高尔，沃尔特·R·博格，乔伊斯·P·高尔：教育研究方法导论 [M]．许庆豫，等译．南京：江苏教育出版社，2002：193．

5.2 职称结构

样本的职称结构见表 5-2。统计数据显示：各类职称人数由最高到最低的顺序依次为小学高级、小学一级、见习、中教二级、中教高级和小学二级、其他。原国家教委 1986 年 5 月 19 日制定并颁布实施的《小学教师职务试行条例》中第二条规定：“小学教师职务设：小学高级教师、小学一级教师、小学二级教师、小学三级教师。各级教师职务应有定额。小学高级教师为高级职务，小学一级教师为中级职务，小学二级教师和小学三级教师为初级职务。”《中学教师职称试行条例》中第二条规定：“中学教师职务设：中学高级教师、中学一级教师、中学二级教师、中学三级教师。各级教师职务应有定额。中学高级教师为高级职务，中学一级教师为中级职务，中学二级教师和中学三级教师为初级职务。”，可见有近 54% 教师的职称 of 高级职称，近 30% 的教师具有中级职称，初级职称教师接近 7%，高级职称与中级职称人数占到了总人数的 82.9%，呈现出高职称化的优势。

表 5-2 样本的职称结构（N=117）

职 称	见 习	初级职称		中级职称	高级职称		其 他
		小学二级	中教二级	小学一级	小学高级	中教高级	
男 性	1	2	2	12	27	2	2
女 性	9	1	3	22	33	1	0
总计（人）	10	3	5	34	60	3	2
占总人数的百分比（%）	8.55	2.56	4.46	29.06	51.28	2.56	1.71
小计（%）	8.6	6.9		29.1	53.8		1.7

5.3 第一学历结构

为了了解样本的受教育程度，对所获数据进行了统计。样本的第一学历（注：指参加工作时的学历）结构、平均工作年限见表 5-3。调查显示：第一学历的人数由最高到最低的顺序依次为中师、大专、其他、学士、硕士，接近 42% 的样本第一学历为中师，超过 80% 的样本第一学历为大学本科以下，第一学历为学士和硕士的教师只有不到 20%。其中，本科学历的教师平均工作年限仅 4 年，硕士的平均工作年限最短，只有 1 年。

表 5-3 样本的第一学历结构、平均工作年限（N=117）

学 历	硕 士	学 士	大 专	中 师	其 他
男 性	1	3	10	28	6
女 性	3	13	22	21	10
总数（人）	4	16	32	49	16
占总人数的百分比（%）	3.42	13.68	27.35	41.88	13.68
平均年龄（年）	26	28.88	33.66	41.1	43.75
平均工作年限（年）	1	4.13	12.81	18.86	24.87

为了了解样本的学历背景，对第一学历是本科或硕士的教师，以及第二学历（指参加工作后获得的学历）中的本科教师的专业背景进行了统计。

第一学历的专业有：表面处理、精细化工、无机非金属、生物学、生物技术、化工工艺、化学、环境科学、物理教育、教育学、教育技术、小学教育、学前教育、青少年教育、音乐教育、英语教育、中文、体育、史学理论及史学史、服装设计、公共事业管理、广告设计、情报信息、卫生保健、文秘、文史等 20 多种学科；属于工学、管理学、理学、教育学、文学、历史学、医学 7 个学科门类。其中，4 名硕士的专业背景分别为环境科学、教育学、生物学、史学理论，属于工学、教育学、理学和历史学 4 个学科门类。据统计，第一学历中拥有理学学士学位的有 6 人，拥有工学学士学位的有 2 人，拥有理学硕士学位的有 2 人。这样，具有“科学”专业背景（包括化学、生物、物理等，在这里将数学、工学专业也包括进来）的教师，占总人数的 8.5%。

第一学历为本科以下的样本中，接近 73% 的教师获取了第二学历。第二学历的专业有：电子信息、对外汉语、法学、公共关系、公共管理、汉语言、化学、会计、计算机科学技术、教育管理、教育技术、教育学、经济管理、劳技、理科、社区管理、数理、数学、体育、文史、小学教育、小学数理、行政管理、学前教育、英语等 20 多种学科；属于法学、工学、管理学、理学、教育学、文学、历史学 7 个学科门类。这些人当中，仅有 5 人的后续学历与数学和科学有关。

统计表明，以本科和硕士学历入职小学教师队伍的近 20% 的教师专业背景复杂，却很少有“科学”专业或“科学教育”（包括生物教育、物理教育、化学教育、理科教育等）科班出身；而大专以下教师的后续学历，表现为“百花齐放”，很少有“科学教育”专业科班出身。

也许一次的调查统计不能反映上海市小学科学教师的专业背景情况，因为，有种情况就是，拥有科学专业或科学教育专业背景的教师恰好缺席了我们的抽样调查，致使统计数据中具有这类专业背景的自然教师比例下降了。但是，小学自然教师，无论是第一学历，还是第二学历，这么多的专业背景，却很少有“科学”专业或“科学教育”专业背景的现实，足以让我们相信在现阶段，自然教师是一个人人可为的职业。如果以“科学”专业或“科学教育”科班出身来衡量自然教师的专业化程度，调查结果显示出样本极低的专业化程度。

5.4 样本的教龄和自然课教龄结构

为了了解样本的教龄和自然课教龄情况，笔者对所获数据进行了统计。为了更加直观地了解样本的教龄和自然课教龄结构，由样本教龄和自然课教龄结构的统计表生成了教龄结构的饼形图，如图 5-1 和图 5-2 所示。图 5-1 显示出各个阶段教龄的人数呈均匀分布。图 5-2 显示出近一半以上的教师自然课教龄在 5 年以下；近 70% 的自然课教师教龄在 10 年以下。各个阶段人数由高到低的顺序依次为：0~5 年 > 6~10 年 > 11~15 年 > 11~15 年 > 16~20 年 > 21~25 年 > 26~30 年 > 31 年以上。这与各个阶段教龄人数的均匀分布呈现鲜明的对比。对比图 5-1 和图 5-2，可以发现，样本人数随着自然课教龄年限的提高而降低。其原因可能有两个：一是最近 5 年内，自然课教师进行了规模较大的补充；二是调查时利用了教研活动时间，可能有些较长自然课教龄的教师，没有参加教研活动。但是，调查结果还是有力地说明

明了自然课师资队伍不稳定，具有较大的流动性。

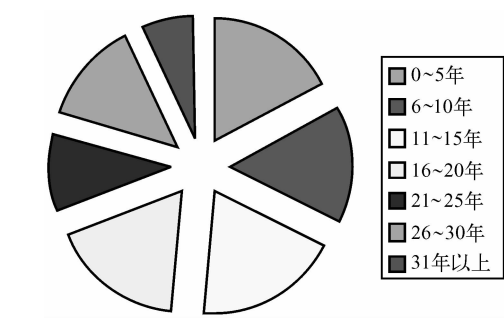


图 5-1 样本的教龄结构

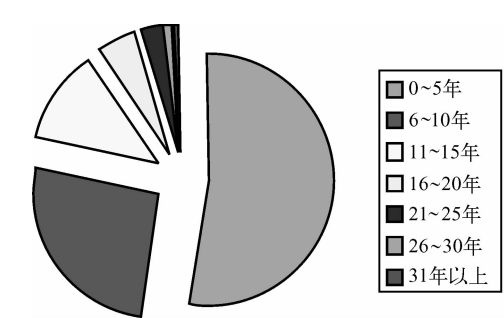


图 5-2 样本的自然课教龄结构

在上海，自然课程和自然教师承担着科学教育的任务。而科学教育需要一支相对稳定的师资队伍，从事科学教育的教师最好能够“从一而终”，即中途不转岗，也没有其他人转岗教授科学。这样，有多久的教龄，就应当有多久的自然课教龄。实际情况是这样吗？为了了解样本教龄与自然课教龄的相关性，笔者用 SPSS13.0 软件绘制了散点图，如图 5 - 3 所示。图中的数据点零散分布，毫无规律，表明二者之间只具有弱相关性。

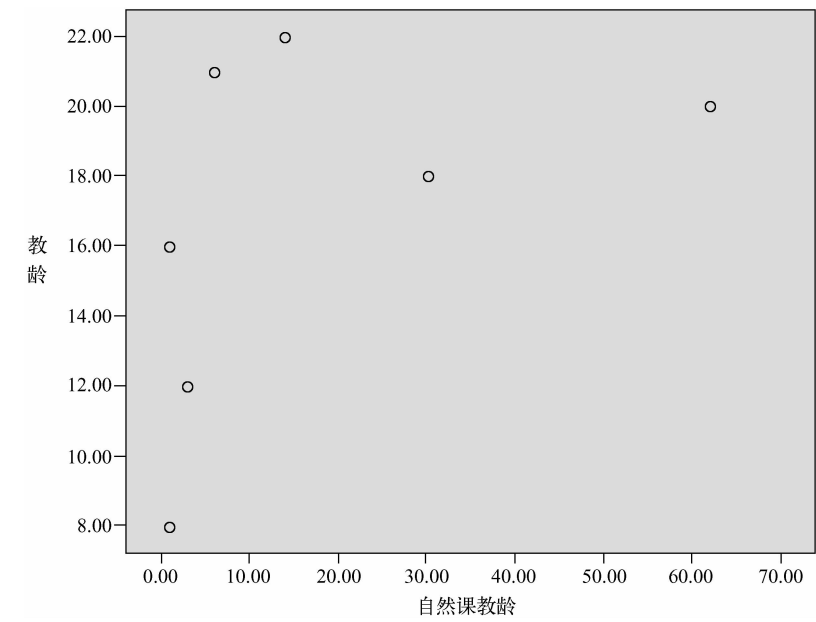


图 5-3 样本教龄与自然课教龄的弱相关

以上分析表明，自然教师师资队伍流动性较大，没有形成相对稳定的专职教师队伍。下面对样本专兼职情况的分析，印证了这一结论。

5.5 自然教师专/兼职情况

为了了解自然教师专/兼职情况，笔者对所获数据进行了统计。样本的专/兼职情况见表 5-4。

表 5-4 样本的专/兼职情况 (N=117)

类 型	男 性	女 性	合 计 (人)	占总人数的百分比 (%)	周课时 (节)		
					最 少	最 多	平 均
专职	22	19	41	35	2	25	13.8
兼职	26	50	76	65	2	21	11.5

表 5-4 显示：专职教师有 41 人，占样本总数的 35%；兼职教师共有 76 人，占样本总数的 65%。专兼职教师平均课时相近，表明小学教师周平均工作量在 12 节左右。专职和兼职教师的比例为 1: 1.6，显示专职自然教师匮乏。这一研究结果与席学荣的研究结果相一致。云南省教育学会小学自然教学专业委员会、云南省教育科学研究院的席学荣研究员，在 2003 年对云南省小学科学课教师的现状做了一次调查，调查表明，专职自然教师数量极少，许多县的专职教师数量都是在 8 人以内，有的县甚至只有 3~4 人。除县城小学以外，都没有自然专职教师。^{〔1〕} 无论从经济发展水平，还是教育发展水平，云南省都难与上海市相比。但是，在缺乏专职小学自然教师这一点上，却是惊人地一致。

对样本专/兼职情况的进一步统计，发现有 11 人身兼三职，即除自然以外，还兼职科技总指导与团支部书记的有 2 人，科技总指导与实验室管理的有 2 人，科技总指导与工会委员的有 1 人，科技总指导与学科组长的有 1 人，科技总指导与班主任的有 1 人，科技总指导与艺术辅导员的有 1 人，数学与班主任的有 1 人，体育与计算机的有 1 人，信息与英语的有 1 人，占样本总数的 9.4%。65 人身兼两职，即除自然以外，还兼职其他课程或职务，占样本总数的 55.6%。样本兼职情况见表 5-5。

表 5-5 样本兼职情况 (N=117)

兼 职 类 型	兼职情况及人数	人 次	占总人数的 (%)
科技活动	科技总辅导员与科技兴趣辅导 26 人	26	22.2
其他课程	数学 12 人、语文 1 人、英语 3 人、美术 1 人、音乐 2 人、品社 1 人、体育 4 人、劳技 2 人、探究课程 2 人、心理 1 人、计算机与信息技术 5 人	34	29.1
行政与管理	卫生保健 2 人、校务办主任 1 人、档案管理 1 人、人事工作 2 人、图书馆 1 人、工会委员 4 人、团支部书记 2 人、教导员 2 人、教科研 1 人、实验室管理及仪器保管 5 人、自然学科组长 1 人	22	18.8
学生工作	班主任 5 人、大队辅导员 1 人、艺术辅导员 1 人	7	6.0
总计		88	75.2

表 5-5 显示：有 75% 的样本有兼职情况。席学荣的调查发现，在兼职的 419 名专科以上的小学教师中，文科学历的教师占 78.5%，理科学历的教师只占 21.4%。^{〔1〕} 而本研究发现，上海市小学自然兼职教师的兼职类型有 4 类：科技活动、其他课程、行政与管理、学生工作。各类人群人数由高到低的顺序依次为：其他课程、科技活动、行政与管理和学生工作。

如果把兼职科技活动的教师也算做专职教师的话，专职教师比例达到 57.2%，但专职教师师资依然偏少，其缺口达 42.8%。

〔1〕 席学荣：云南省小学科学课教师的现状调查报告 [J]. 小教研究，2004（1）.

5.6 小结

总之，小学自然教师师资队伍中男女性别比例接近平衡状态，这在“女性化”严重的小学教师队伍中实属相当不容易。整个队伍呈现出年轻化、高职称化的趋势。从数量上来说，上海市小学自然教师的学历已经达到了《面向 21 世纪教育振兴行动计划》提出的“小学和初中专任教师的学历分别提升到专科和本科层次”的目标，在未来还有可能因为硕士生陆续进入小学而超过这一目标。但是，自然教师“五花八门”的专业背景和普遍存在的兼职情况、兼职类型的多样化，以及自然课教龄的“低龄化”，暴露了小学自然教师师资队伍专业化低、流动性高以及专职教师匮乏的特点。

根据《面向 21 世纪上海市小学自然学科教育改革行动纲领》和《上海市小学自然课程标准》中对小学自然课程的定位，在上海市，小学自然课实际上担负着小学科学教育的任务，因此，调查结果实际上显示了上海市小学科学教师师资队伍的特点。胡卫平等人对山西省的小学科学课程实施情况进行调查后发现，实施新课改以后，科学课程实施的保障措施系统，教师教育观念与行为转变方面以及课程评价制度等方面有一些改变，但是存在的最大问题依然是师资问题和资源问题（胡卫平等，2006 年）。无论是山西省，还是云南省，其教育 and 经济水平都与上海市无法相比，但是这个调查却显示，即使是在上海市，如此发达的经济和教育条件下，小学科学教师师资队伍依然存在与欠发达地区或不发达地区相同的问题。

第6章 小学科学教育面临的挑战之二： 实践性课程状况的调查与研究

教师是课程实施的主体，作为个体，教师个人的实践性课程也是影响课程实施的一个重要因素。

依据实践性课程类型，对教师实践性课程的考察将从个人课程、实施课程和实际课程3个方面进行。

6.1 科学教师个人课程之调查

对个人课程的调查，考察了科学教师对科学方法（过程）的认识情况。

6.1.1 问题的提出与研究目的

自17世纪以来，在诸多科学发现的基础上，科学已经建立了有别于其他认知过程的、以观察和实验为基础的科学认识的方法论体系。进行科学研究时，科学方法贯穿于科学研究的过程之中，构成了科学研究的整个活动过程。科学研究过程离不开科学方法的运用，脱离了科学方法的研究过程就不能算是上真正的科学研究。美国《国家科学教育标准》中把科学过程与方法看成一个系统，即一系列相互联系的科学家普遍使用的研究方法和程序。^[1]可见，某种程度上，科学过程与科学方法属于同一概念。

科学教育发展史上，重视科学过程和方法的教育始于1959年在美国马萨诸塞州召开的著名的“Woods Hole”会议，会议一致认为学生应该以“做科学（Do Science）”的方式学习科学。^[2]20世纪60年代，美国开发了众多小学科学课程，鼓励儿童运用科学方法来探究科学。目前，对科学过程和方法的理解和应用已经成为科学素养的一个基本要素。迄今为止开发的众多科学素养的解释模型，如肖瓦特模型、NSTA模型、米勒模型、克洛普弗模型、霍德森模型、谢姆斯模型和拜比模型等，都把对科学方法和过程（以下用“科学方法”来表示这一含义）的理解和应用看做科学素养的一个基本要素。^[3]因此，对科学方法的理解和应用应该成为小学科学教师从事科学教学的重要的“本体性知识”（Subject-matter Knowledge），^[4]成为教师个人课程的一个重要组成部分。熟悉和掌握这些科学方法和过程，既是小学科学教师具备科学素养的体现，也是他们设计探究性的实施课程和实施探究性实际课程的有利保证。

通过第2章对实践性课程的历史考察，我们知道，教师在个人课程方面存在着对于科学本质、科学方法及科学教学认识不足的情况。而“工欲善其事，必先利其器”，要想进行科学探究，必须首先掌握科学探究之“器”——科学方法。那么，在中国教育和经济最具竞争

[1] 张红霞. 科学究竟是什么教育 [M]. 北京：科学出版社，2003：29.

[2] 大卫·杰纳·马丁. 建构儿童的科学 [M]. 杨彩霞，于开莲，洪秀敏，苏伟，等译. 北京：北京师范大学出版社，2006：9.

[3] 吴俊明，骆红山，马勇军，等. 科学教育基础 [M]. 北京：科学出版社，2008：54-55.

[4] 1999年辛涛等人率先在国内提出教师的知识是由本体性知识（Subject-matter Knowledge）、条件性知识（Conditional Knowledge）、实践性知识（Practical Knowledge）和文化知识（Cultural Knowledge）4种类型组成。详见：辛涛，申继亮，林崇德. 从教师的知识结构看师范教育的改革 [J]. 高等师范教育研究，1999（6）.

力的地方，科学教师们是否拥有了这一利器呢？

6.1.2 方法与样本

关于样本。与第 5 章的调查抽样方法一样，使用了同一张问卷，在同一个时间里实施调查，样本 117 名小学教师的具体分布情况见第 5 章。

关于工具。张红霞等人的研究采用了封闭式问卷调查，问题形式主要是正误判断题、多项选择题。例如，“认真细致的分析和解释可以弥补观察步骤的缺失”是一个判断题，研究者设计了“正确、错误和不知道”3 个选项；“自然科学研究方法往往要求具有下列哪个特性”，研究者设计了“经济节约、别人可以重复、有效期长、代表国家需求和不知道”5 个选项供选择。这种调查固然可以调查出小学教师对科学方法的理解和运用程度，但是，由于封闭式问卷提前定好了答案，答卷人只需要在其中选择与自己意愿相符合的一个或者多个答案，无法排除其对所调查问题的猜测和瞎蒙，所以无法真正地调查出小学科学教师头脑中的“科学方法”有哪些。

鉴于封闭式问卷的缺陷，笔者采用了开放式问卷进行调查（问卷见附录 B）。开放式问卷调查的优点在于受访者对于所问问题可以自由回答，任意发挥。有利于答卷人自由地表达自己的独到见解。由于受访者提供的答案各种各样，非常便于研究者全面、深入地了解受访者对于本问题不同程度的认识。因此，为了更好地了解小学科学教师对于科学方法的本体性知识，笔者设计了以下两个开放性题目：

- 1. 科学的基本过程，在某种程度上可以理解为科学方法。那么在您看来，科学的基本过程（方法）除了观察以外还有哪些？
- 2. 这些基本过程（方法）中，您认为哪一个最关键？为什么？

由于开放式调查所获得的研究数据不容易量化，将会给结果的分析带来一定的困难。在实际设计问卷时，笔者采用了半开放式问卷结构形式，即给出个别回答的答案或者列出需要回答的项目，予以提示。例如在科学方法的调查中，给出“观察”答案，予以提示。

6.1.3 数据的整理与分析

对数据的分析依据了儿童科学教育家马丁的研究成果。马丁经过长期研究认为，科学研究方法和程序包括 12 步：观察、分类、交流、测量、预测、推断、识别与控制变量、形成与验证假说、解释数据、界定变量的操作定义、实验与建立模型。^[1] 此外，马丁还开发了评价儿童这些科学过程能力的指标体系，非常有利于小学科学教学实践活动的开展。马丁（Martin, 2000 年）将这些方法（过程）划分为基本科学方法（简称“基本”）和综合科学方法（简称“综合”）两类，见表 6-1。

表 6-1 基本科学方法和综合科学方法一览表

类 型	科 学 方 法
基本科学方法	观察 分类 交流 测量 预测 推断
综合科学方法	识别与控制变量，形成与验证假说，解释数据，界定变量的操作定义，实验，建立模型

马丁认为，熟练掌握科学方法的 6 项基本能力，可以使儿童像科学家一样探究科学现象；

[1] 大卫·杰纳·马丁. 建构儿童的科学 [M]. 杨彩霞, 于开莲, 洪秀敏, 苏伟, 等译. 北京: 北京师范大学出版社, 2006: 9.

运用综合科学方法的 6 项能力，可以使儿童自己能够进行完整的科学探究。与其他论述科学方法的科学教育理论相比，马丁的分类，将科学方法划分为两个层次，明晰了基本科学方法和综合科学方法的种类，澄清了人们头脑中对于科学方法的笼统认识。意味着儿童科学过程的能力培养是一个由模仿探究到自主探究、由简单到复杂的过程，非常有助于科学方法的教学和学习。

对数据的统计与整理在 Excel 上完成。分析数据时，选择了性别、职称和受教育程度 3 个维度进行观察。

6.1.4 结果与分析

1. 总体状况

为了了解小学科学教师关于科学方法的本体性知识，对样本的回答进行了统计。117 名样本中有 115 名教师对科学方法做了回答，只有 2 名教师没有做答；全部样本都未就选择最关键的科学方法的原因做出解释。

结果发现，小学科学教师心目中的“科学方法”共有 113 种、“关键的科学方法”有 49 种。按照答案中的第 1 个字的字母顺序，排列分别见表 6-2 和表 6-3。

表 6-2 小学科学教师关于“科学方法” 的回答及数目（N=117）

字 母 顺 序	小学科学教师的回答	数 目
B -	比较	1
C -	采集直观性实物、操作、操作实验、参观、测量、触摸、抽象、查阅、查阅资料	9
D -	调查、动手、动手实践、动手制作、动手操作、动手做、对比、得出结论	8
F -	发现、发现问题、翻阅有关资料、分类、分析、分与（和）合、分析比较、分析归纳、分析推理、分析数据、反思	11
G -	感受、归纳、归纳总结、归纳推理、概括	5
H -	画图、汇报交流结果	2
J -	解决问题、计算、记录、记录数据、检索、假设（包括提出假设、做出假设）、鉴别、讲解、交流、经验、结论、解决问题	12
K -	考察、看录像	2
L -	联系实际	1
M -	模拟、模拟实验	2
P -	判断	1
Q -	取样、取样分析、倾听	3
S -	设计、设计分析、设计实施方案、实践、搜集、搜集资料、上网查资料、数据记录、设疑、实施计划、实地考察、实际应用、随地取材、搜集—整理资料、思考、思维能力、实验	17
T -	讨论、讨论交流、探究、探究问题、提出问题、提问、体验、推理、推测、探讨、听讲座、统计、统计整理	13
W -	文献资料、外出考察	2
X -	信息搜集、信息搜集整理、想象、训练、学生实验、验证	6
Y -	预测、研究、研讨、演示、疑问	5
Z -	质疑、整理、整理资料、制作、质疑能力、总结、总结归纳、做结论、做实验、制订计划、制作、资料搜集、找资料	13
总计		113

表 6-3 小学科学教师关于“关键的科学方法”的回答及数目（N=117）

字母顺序	小学科学教师的回答	数 目
B -	比较、比较和观察	1
C -	测量、操作、操作实践活动	3
D -	动手操作、动手实验、对学生的直观、调查、得出结论	5
F -	分析、分类、分析归纳	3
G -	观察、观察—触摸—实验、观察—实验、观察—思考、观察—探究、观察—质疑	6
H -	画图	1
J -	记录、检索、交流	3
Q -	倾听	1
S -	设计、设想、社会实践、实践、实验、实验—比较—推理、实验—分析、实践—实验、实验操作、实验与记录、实验—动手操作、思考、搜集—整理资料、实施计划	14
T -	讨论、讨论与实验、提问、统计整理、统计	5
Y -	研讨	1
Z -	整理资料、做实验、做出假设、制订计划、制作、总结	6
总计		49

2. 频次分析

为了了解表 6-2 所示的 113 种回答出现的频次，以及它们在不同性别、不同职称和不同受教育程度的教师中的分布情况，对样本的回答做了统计。结果见表 6-4、表 6-5 和表 6-6。

表 6-4 频次为 10 以上的回答在不同性别、职称和受教育程度教师中的分布（N=117）*

类 型	回 答	性 别		职 称							受教育程度					频次（%）
		男	女	1	2	3	4	5	7	9	1	2	3	4	5	
综合	实验	38	51	7	2	27	45	4	2	2	2	13	23	41	10	89（76.1）
	模拟	7	9	2		2	12				2	1		9	4	16（13.7）
基本	分类	12	24	2	2	9	12	1			1	3	6	11	5	26（22.2）
	测量	10	11	3		6	12				2	3	2	10	4	21（17.9）
	推理（测）	6	14	3	1	6	9		1		2	3	3	9	3	20（17.1）
	交流	6	5			5	4	1	1			2	2	5	2	11（9.4）
非科学方法	比较	16	26	4	2	16	20				2	6	10	16	8	42（35.9）
	讨论	8	16	1			17	3				3	8	9	4	24（20.5）
	调查	10	8	1		5	9		1	2		2	3	11	5	18（15.4）
	分合※	4	10	3		2	8		1		1	3		6	4	14（12.0）
	整理资料	4	10	1	1	2	9		1		1	1	1	10	1	14（12.0）
	探究	3	10	1		3	8		1		1	1	5	4	2	13（11.1）
	分析	6	6	2	1	2	7				2		5	4	1	12（10.3）
	记录	5	7	2		4	6				1	2	3	5	1	12（10.3）
小 计																332

注：* 职称栏中的数字分别对应于见习教师、小学二级、小学一级、小学高级、中教二级、中学高级、其他；受教育程度一栏中的数字分别对应于第一学历所达教育水平：硕士学位、学士学位、大专、中师、其他；“综合”指“综合科学方法”、“基本”指“基本科学方法”（下表同）；※“分合”指“分与合或者分合”；%指占样本总人数的百分数。

表 6-5 频次为 3~10 的回答在不同性别、职称和受教育程度教师中的分布 (N=117)

类 型	回 答	性 别		职 称							受教育程度					频 次
		男	女	1	2	3	4	5	7	9	1	2	3	4	5	
综合	假设	2	4	1		2	1	2			1	3		1	1	6
非科学 方法	查阅资料	1	2		1	2							3			3
	发现问题		3	1			1	1			1	1			1	3
	设计	1	2			1	1		1				2	1		3
	体验	1	2	1			2					1	1	1		3
	验证	1	2	1			1	1				2	1			3
	研究	2	2		1	1	2							2	2	4
	统计	1	4			2	3					1	1	1	2	5
	质疑	1	5	1		1	3		1			1		4	1	6
	归纳	4	3			2	4		1				2	5		7
	总结	5	2		1	1	5					1	2	4		7
	整理	5	2			2	4		1				5	2		7
	实践	5	3			2	5			1			4	3	1	8
	操作	5	3			2	4	1					3	4	1	8
	思考	3	6			3	51					2	2	2	3	9
小 计																82

表 6-6 频次为 2 的回答在不同性别、职称和受教育程度教师中的分布 (N=117)

类 型	回 答	性 别		职 称							受教育程度				
		男	女	1	2	3	4	5	7	9	1	2	3	4	5
基本	预测	1	1				2							2	
非科学方法	动手操作		2				2							1	1
	动手	1	1	1			1					1		1	
	对比	2				1		1				1		1	
	解决问题		2				1	1				1			1
	取样分析		2				2							1	1
	搜集	1	1			1	1						2		
	搜集资料		2			1	1						1	1	
	提出问题		2				1	1				1			1
	提问	1	1					2					2		
	想象	1	1			1	1						1	1	
	信息搜集	1	11			1	1						1	1	
	制作	1	1	1				1			1			1	
	资料搜集		2				2	2					2		2

此外，教师的回答中还有 79 个只出现了 1 次的“科学方法”，它们是：采用直观性实物、参观、触摸、动手实践、动手制作、动手做、操作实验、查阅、查找资料、抽象、得出结论、翻阅有关书籍、分析比较、分析归纳、分析推理、分析数据、反思、感受、概括、画图、汇

报交流结果、归纳总结、计算、记录数据、检索、鉴别、讲解、经验、结论、讨论交流、考察、看录像、联系实际、模拟实验、判断、倾听、试验、取样、实验探究、实验操作、设计分析、设计实验方案、上网查资料、数据记录、设疑、实施计划、实地考察、实际应用、随地取材、搜集、整理资料、探究问题、探讨、听讲座、统计整理、文献资料、外出考察、研讨、训练、小结、演示、疑问、信息搜集整理、学生实验、质疑能力、总结归纳、做结论、做实验、制订计划、找资料。这些回答虽然是对“科学方法”的回答，但仔细分析可以发现，它们均非真正的科学方法。

为了了解表 6-3 所示的 49 种“关键的科学方法”回答出现的频次，以及它们在不同性别、职称和受教育程度教师中的分布情况，对样本的回答做了统计，结果见表 6-7、表 6-8（表格中打“√”者为科学方法）。

表 6-7 频次最高的“关键的科学方法”在不同性别、职称和受教育程度教师中的分布（N=117）

回 答	性 别		职 称							受教育程度					频 次
	男	女	1	2	3	4	5	7	9	1	2	3	4	5	
观察√	15	31	7	2	16	20	1			3	9	10	16	8	46
实验√	16	20	2	2	14	13	1	2	1	1	4	10	18	3	36
小计															82

表 6-8 频次为 2 以上的“关键的科学方法”在不同性别、职称和受教育程度教师中的分布（N=117）

回 答	性 别		职 称							受教育程度					频 次
	男	女	1	2	3	4	5	7	9	1	2	3	4	5	
观察、实验√	2					2						1	1		2
操作		2	1			4					1		1		2
测量√		2			2						1	1			2
实践		2			1	1						2			2
讨论	1	1				2						1		1	2
统计		2			2						1	2			2
调查		3			1	2							2	1	3
分析	1	3		1	1	2						2	1	1	4
记录		4	2		2					1	2	1			4
探究	1	4			1	2	1	1			2	1	1	1	5
比较	1	4		1	2	4					1	2	1	1	5
小计															33

此外，教师的回答中还出现了 34 个只出现了 1 次的“关键科学方法”，它们是：比较和观察、操作实践活动、动手实验、得出结论、对学生的直观最重要、分析归纳、观察一触摸一实验、观察一思考、观察一探究、观察一质疑、倾听、设计、设想、社会实践、实验一比较一推理、实验一分析、实践一实验、实验操作、实验与记录、实验一动手操作、思考、统计整理、研讨、整理资料、做实验、制订计划、制作、画图、实施计划、总结、检索、搜集一整理资料、做出假设、交流。34 个“关键的科学方法”中只有“做出假设”和“交流”属于真正的科学方法，其他均为非科学方法。

3. 讨论

表 6-2 显示，总体看来，小学科学教师头脑中的 113 种科学方法的数量远远超出了前面提及的马丁模式中的 12 种，是马丁模式中科学方法的 9 倍多。频次分析结果表明，113 种回答的总频次为 511，其中科学方法的频次为 191 次，占总频次的 37.4%；非科学方法频次为 320，占总频次的 62.6%。科学方法中，教师对于“实验”的认知率最高，其次分别为“分类”、“测量”、“推理（测）”、“模拟”、“交流”，对“预测”的认知率最低。

关于基本科学方法：除观察（在问卷中已经给出）以外，其他 5 种基本科学方法在教师们的回答中都出现了，按照出现频次和占总人数的百分比，由高到低的排列为：分类（26,22.2%）、测量（21, 17.9%）、推理（测）（20, 17.1%）、交流（11, 9.4%）、预测（2,1.7%）。这些数据显示，近 25% 的教师知道分类，近 20% 的教师知道测量和推测（推理），近 10% 的教师知道交流，预测这一基本科学过程是最鲜为人知的，仅为 2 名学历背景为中师、职称为小学高级的教师知晓。

那么，男女教师对基本科学方法的回答是否有差异呢？为了了解不同性别小学科学教师对基本科学过程的知晓程度是否有差异，对 5 种基本科学过程的数据采用 Microsoft Excel 所提供的数据分析工具进行了 *t* 检验。在 Excel 中进行 *t* 检验时，需要先检验方差齐性，根据检验结果决定采用 *t* 检验的类型。^[1] 方差齐性检验结果见表 6-9，*P* 值大于 0.05，可以视为样本方差齐；等方差 *t* 检验（双尾分布）所获 *P* 值大于 0.05，这表明男女教师对于基本科学过程的知晓程度无性别差异。

表 6-9 男女教师对不同基本科学方法认识水平的差异检验

科学过程（方法）	分类	测量	推测 （推理）	交流	预测	<i>P</i>	
						<i>F</i> 检验	<i>t</i> 检验
男（人）	12	10	6	6	1	0.1828 > 0.05	0.1917 > 0.05
女（人）	24	11	14	5	1		

关于综合科学方法。频次分析结果还表明，6 种综合科学方法，在教师们的回答中，精确看来，只出现了 1 项，这就是实验（89/117，76.1%）。超过 75% 的教师知晓实验。有 2 项回答，即模拟（16/117，13.7%）和假设（6/117，5.1%）接近于“建立模型”和“形成与验证假说”的科学过程。知道模拟的教师不到 20%，知道假设的教师只有 6 人，其中硕士 1 人，3 人为本科学历，具有学士学位。其他 3 项科学过程，如识别与控制变量、解释数据、界定变量的操作定义在教师们的回答中并没有出现。

关于“关键的科学方法”。表 6-3 显示，小学科学教师头脑中关键的科学方法的数量有 49 种，是马丁模式 12 种科学方法的 3.9 倍。频次分析结果表明，49 种回答的总频次为 149 次，其中科学方法的频次为 88，占总频次的 59.1%；非科学方法的频次为 61，占总频次的 40.9%。科学方法中，将“观察”和“实验”作为关键科学方法的认知率最高。总体来讲，该群体没有形成一个较为一致的关键的科学方法的想法。至于为何会选择这些方法作为关键科学方法，因为教师未做出解释和说明，所以无法深入分析教师们对关键科学方法的理解。

关于本研究的信效度。效度是指研究结果反映对象情况的真实程度，由于本项调查采用

[1] 张尔强. 巧用 Excel 做 *t* 检验 [J]. 中国医科大学学报. 2003 (3): 222.

了开放式问卷搜集数据，所搜集数据均来自教师们的原始回答，笔者未做任何处理。所以，该项研究结果反映了调查对象关于科学方法认知情况的真实程度，具有良好的效度。在数据处理时，尽量保持客观公正的态度处理研究数据，且对研究结果进行多次分析，最终得到了一致的看法，提高了研究结果的可靠性。^{〔1〕} 这一结果不仅与张红霞和郁波（2004 年）关于小学科学教师科学素养的调查中所发现的“教师们对于科学知识、科学方法的认识上存在很多缺陷，且教师对于科学方法的理解要比科学知识的理解更为缺乏”的研究结果相一致，且更加深入和具体地揭示了教师在科学方法方面的缺陷所在，为改善教师的个人课程提供了依据和相关培训信息。

6.1.5 结论

研究表明，小学科学教师头脑中的“科学方法”的数量达到了 113 种，是真正的科学方法数量的 9 倍多；“关键的科学方法”的数量达到了 49 种，是真正的科学方法数量的 4 倍。其头脑中的方法只有 37.4% 是“科学方法”，62.6% 的方法属于非科学方法，表明教师对于科学方法的认知率只有 37.4%；而教师头脑中的“关键的科学方法”只有 59.1% 属于科学方法，其余 40.9% 属于非科学方法。

在两类科学方法中，教师对基本科学方法的知晓率稍微好于综合方法，除了“实验”，其他 5 种综合方法基本上不为教师所知。关于基本科学方法，对除观察以外的 5 种基本科学方法的知晓率依次为分类、测量、推理（测）、交流和预测。男女教师对于基本科学方法的知晓程度无性别差异。在 6 种综合科学方法中，精确看来，只有实验为超过 75% 的教师知晓。如果把模拟看做建立模型的一种方法，那么，有大约 20% 的教师知道这个方法。知道“假设”方法的教师仅有 6 人，本科以上学历占 4 人。其他 3 项综合科学方法：识别与控制变量、解释数据、界定变量的操作定义不为教师们所知。

以上研究充分说明，教师们对于科学方法的认识非常模糊。由此可以得到一个审慎的结论，即教师们关于科学方法的本体性知识相当薄弱，尤其是综合科学方法。这一研究结果补充了已有研究成果的不足，也间接地证实了在小学教师的培养中，科学方法或科学过程的教育是受到忽视的。研究结果同时提醒我们改造教师的个人课程迫在眉睫，而在教师个人课程的改造及准科学教师的职前培养中，必须加强科学方法（过程）的相关教育。

6.2 科学教师实施课程的调查

对实施课程的调查，考察了教师们探究式科学教学的课程－教学设计能力。

6.2.1 问题的提出与研究目的

第 1 章指出，教师在长期的教学实践中，会形成自己的教学设计风格和相应的教学设计理论，它们内隐于教师的头脑中，随着课程的实施，形成了自己独特的实施课程。这样，与其说实施课程是教师的教学设计理论和风格，倒不如说是教师的课程设计理论和风格更为贴切。通常情况下，人们关注教学设计时，很少将其与课程理论联系起来。欧美国家一向重视课程，认为课程是承载教学的外壳，无课程也无教学，其教学设计思想本质上属于课程设计。

〔1〕 裴娣娜. 教育研究方法导论 [M]. 合肥：安徽教育出版社，1995：343.

美国国家科学教育标准认为在进行科学教学时,“科学教师将面临的一件颇费气力的工作就是,他们要拿眼前的各种需要同其年度目标计划中的安排与构想加以权衡,使它们很好地统一起来”。^[1]“拿眼前的各种需要同其年度目标计划中的安排与构想加以权衡”的工作,说穿了其实是一种课程设计工作。该教育标准的教学标准 A 提出了“为学生制订年度目标和短期目标的计划”、“选择科学内容,修改与设计课程,使之适应学生的兴趣、知识水平、理解力与其他能力和他们的经历”、“选择教学与评价的方案,使之有助于提高学生对知识的理解、有助于把学校变成学科学者积极参与学习的场所”等,就渗透了课程和课程设计的理论和思想。

而在中国,有人认为由于教育体制和文化背景的不同,在消化和吸收国外教学设计理论上,新兴的教学设计学科与传统的教学论学科之间出现了“你中有我,我中有你”的现象。^[2]鉴于对小学科学课程历史发展的回顾研究,笔者认为可能还与近代课程体系被引入中国时,可理解课程先于理想课程和正式课程进入学校的课程实践有关。由于近代课程体系呈现了一个迥异于传统经典典籍的知识体系,教育研究者和教师所面临的首要问题是消化并考虑如何将这些知识传授给学生。所以形成了不同于欧美国家的教学设计思想。国内教学设计的所指与国际上有很大差异:

在国际上教学设计的应用比较灵活,包括对一节课、一个单元、一门学科的设计,甚至可以指导一个机构的运作,利用计算机网络开展的远程教育中的各门课程的设计等。而在中国,由于教育背景和国情与国外不同,所以,一般集中于学校的教学设计。就学校教学设计而言,主要包括学科教学设计、单元教学设计和课时教学设计等。^[3]

其中最大的差异就在于国内在进行教学设计时,只考虑到了具体的内容教学而忽视了全部的内容及其教学进程,即很少考虑课程的因素。因此,为了凸显课程因素在教学设计中的重要作用,不妨将教学设计称为课程-教学设计。通常情况下,实施课程未被教师言述,且不同于专家的教学设计理论或理念,但可以通过调查教师们的课程-教学设计能力,获知其与专家课程-教学设计之间的差距,从而为课程改造提供有益的信息。

鉴于以上的研究目的,笔者计划对小学科学教师的探究式科学教学的课程-教学设计能力进行调查。有人考证,目前国内的教学设计研究还停留在理论探讨阶段,鲜有实证性研究。^[4]为数不多的关于小学教师教学设计能力的实证性研究为我们提供了有益的参考,该研究表明,小学教师选择与运用教学媒体、编制教学目标、分析教学对象的能力明显低于选择与运用教学方法、分析教学任务、评价教学结果的能力;学校类型、教师学历、教龄是影响小学教师教学设计的3个主要因素^[4]。但笔者所关心的并不是教师们设计能力的高低或他们的设计能力受何种因素影响,而是想要弄清楚他们实际拥有怎样的探究式的课程-教学设计能力?就像医生诊治病情一样,只有弄明白病人得的什么病,才好对症下药。如此,也才有可能在未来的教师教育和教师培训工作中做到有的放矢。否则,谈论再多的教学设计理论和理念转化,对于提高小学科学教师的实施课程能力也于事无补。为此,笔者将研究目的进一步细化为如下研究问题。

[1] 国家研究理事会. 国家科学教育标准 [M]. 戴守志, 等译. 北京: 科学技术文献出版社, 1999: 36.

[2] 李秉德. “教学设计”与教学论 [J]. 电化教育研究, 2000 (10).

[3] 袁运开, 蔡铁权. 科学课程与教学论 [M]. 杭州: 浙江教育出版社, 2003: 265.

[4] 张景焕, 金盛华, 陈秀珍. 小学教师课堂教学设计能力发展特点及影响因素 [J]. 心理发展与教育, 2004 (1).

(1) 教学目标编制方面:

- 在编制教学目标时,教师会选择哪些行为动词来描述学生的行为?
- 在编制教学目标时,教师是如何描述学生的学习结果的?
- 教师所设计的教学目标是否具有可测量性?
- 在编制教学目标时,教师是否注意了设置情境?
- 基于动手做的探究式科学教学设计中的教学目标如何编制?

其中,前3个问题的研究将在对调查所获得的数据的分析中展开,后2个问题的研究将在此基础上进行总结和概括。

(2) 探究式科学教学过程设计方面:

- 小学科学教师是如何设计基于动手做的探究式的教学过程的?
- 小学科学教师所设计的教学过程是否体现了探究性?

6.2.2 方法与样本

关于样本。与第5章的教师个人课程的调查抽样方法一样,使用了同一张问卷,在同一个时间里实施调查,回收问卷124份,117名样本的基本信息见第5章。

关于工具。张景焕等人(2004年)采用自制量表“小学教师课堂教学设计评估表”,在对小学教师的课堂教学设计能力进行研究时,考虑了教学设计能力的诸多方面,却忽视了“教学过程设计或规划能力”这一重要因素。而且,教学目标的编制在教学设计中占有相当重要的地位(加涅,2000年),本应该在量表中被分配以较高的权重,但研究者没有这么做。研究者有选择地征集了226份教师教案,由5名致力于小学教学研究的人员组成评判小组,依据评估表所设计的内容和标准,对教案从6个方面及总体效果进行评判。评判采用5级分制。尽管研究者为了提高评分者一致性信度(0.97)而采取了一些措施,但不同学科的教学设计,尤其是科学教学的教学设计,是与其他学科有着极大的差异的。5名评判小组成员是否能够对科学教学的教学设计做出准确判断,依然值得质疑。基于以上考虑,笔者选择了自己编制的《小学科学教师探究式课程-教学设计能力调查工具》(见附录B)。在研究方法上,将采用内容分析法进行研究。贝雷尔森认为,内容分析法是“客观地、系统地、定量地描述明示的信息内容的一种研究技术”。^[1] 内容分析的原始数据来自调查中所获得的基于“动手做”的探究式科学教学的课程-教学设计案例,而非传统意义上由备课生成的教案。教案的生成一般首先选择教学内容,以教学参考书所提供的目标作为教师的课堂教学目标,这样撰写出来的教案,更多地担负着帮助教师完成教学任务的功能。而笔者所设计的调查工具,更加关注的是“如何通过目标分析设计出一定的教学程序和方法以保证特定目标的实现”,^[2] 兼有课程设计和教学设计能力的探查功能。

在内容维度上,笔者选择了调查“编写教学目标”和“教学过程设计”两项能力。之所以选择这两项能力是出于以下考虑。

教学是一种目标导向的活动,实施教学活动之前,教师需要对预期的学习结果做出明确的陈述。在这一明确的目标指导下,教师才能安排教学顺序、组织师生双方活动,选择适当

[1] 贝雷尔森, B. . 沟通研究中的上下文分析. Glencore, IL: Free Press. 1956: 18//梅雷迪斯·D·高尔, 沃尔特·R. 博格, 乔伊斯·P·高尔. 教育研究方法导论. 第6版. [M]. 许庆豫, 等译. 南京: 江苏教育出版社, 2002: 298.

[2] 郑毓信. 科学教育哲学 [M]. 成都: 四川教育出版社, 2006: 382.

的教学媒体,最后根据教学目标对学生的 学习结果做出测量和评价。^[1]因此,教学目标的鉴别和界定是一项很重要的步骤。正因为如此,教育心理学家们提出了很多目标编制模式,其中最著名的有 5 种教学目标编制模式:认知动词分析模式(Cognitive Verb Analysis Model)、行为目标模式(Behavioral Objectives Model)、格朗伦模式、麦克阿瑟模式和加涅模式。^[2]这些模式在开发之初就考虑到了包括科学在内的所有学科的教学,如加涅的《教学设计原理》一书中就有不少篇幅讨论了科学教学中的目标设计问题(加涅, p130 - 131; p138 - 142)。因此,这些成果为我国分析教师编写教学目标的能力提供了切实的理论指导。在本项研究中,将综合以上教学目标编制模式的研究成果,根据我国实际的教育国情,对所获数据进行编码,形成编码类目系统,以对数据进行内容分析。

教学过程是由一系列教学事件组成的,教学过程的设计和规划其实就是合理安排教学事件发生的顺序。据汉纳姆和布里格斯考察,传统教学中的教学序列通常是根据内容的逻辑和主题的框架展开的,而系统设计的教学序列则是根据必要的要求和 学习理论展开的。^[3]对科学教学而言,则意味着教学过程要尽可能像是科学发现过程本身一样,即体现科学探究过程。国内一些学者认为小学科学教育担负着科学“启蒙”的任务,这一点,也被写入了课程标准。课标认为小学生科学探究能力的形成“依赖于学生的学习和探究活动,必须紧密结合科学 知识的学习,通过动手动脑、亲自实践,在感知、体验的基础上,内化形成,而不能简单地通过讲授教给学生。在小学阶段,对科学探究能力的要求不能过高”。可见,课标不仅没有认识到科学程序或方法对学生探究能力形成的意义,而且在科学探究能力方面因为学生的年龄小而降低了要求。这种因学生年龄小就降低探究强度的倾向性早就被梅茨批评过。他认为科学程序可以直接教给学生,如果我们因为学生年龄小就降低探究强度的做法,不仅低估了他们的智力,而且会常常导致所学的概念过于简单和不准确,这种做法无论对学生的现在还是将来都没有帮助。^[4]

6.2.3 数据编码与统计

数据登录以后,对数据的统计与整理在 Excel 上完成。数据分析工作按照以下程序展开。

1. 教学目标编制

(1) 统计教师的回答。对此问题,有 11 人没有做答,占总人数的 9.4%; 106 人做了回答,占总人数的 90.6%。共得到 400 个回答,人均回答为 3.7 个。

(2) 筛选形式上不符合教学目标编制要求的回答。教学目标的陈述需要使用“行为动词”描述学生学习之后所发生的变化。自 1932 年泰勒(Ralph Tyler)首次提出教学目标应以描述行为为主后,1962 年罗伯特·马杰出版了《编写教学目标》一书,普及了教学目标的使用。之后,布卢姆认为,课堂教学目标的表述应由主语、谓语和宾语 3 部分组成,其中主语是特定的学生,谓语是某一认知动词,宾语是特定的学习内容。^[5]所以完整的教学目标应是采用动词描述学生在学习之后行为变化的陈述句。所以,先对数据是否符合教学目标的这一

[1] 皮连生. 当代心理科学与学校教育相结合的典范 [A] //R·M·加涅, L·J·布里格斯, W·W·韦杰. 教学设计原理 [M]. 皮连生, 庞维国, 等译. 上海: 华东师范大学出版社, 1999: 14 (序).

[2] 肖锋. 五种课堂教学目标编写模式述评 [M]. 杭州师范学院学报, 2000 (4).

[3] 转引自: 孙可平. 现代教学设计纲要 [M]. 西安: 陕西人民教育出版社, 1998: 21.

[4] Bruce Joyce Marsha, Weil Emily Calhoun. 教学模式 [M]. 荆建华, 宋富钢, 花清亮, 译. 北京: 中国轻工业出版社, 2002: 342.

[5] 肖锋. 五种课堂教学目标编写模式述评 [J]. 杭州师范学院学报, 2000 (4).

要求进行了筛选。

在教师的回答中，无行为动词的情况有 3 类，见表 6-10。其中第一类目标的陈述与学生行为变化无关。例如，“降落伞的下降与物体质量有关”，这句话是一句陈述句，但句子中却没有出现描述学生行为变化的动词，因此将被视为形式上不合格的回答。这样的句子出现了 9 处。第二类目标的陈述采用了非动宾词组。一般情况下，主语可以省略，教学目标的表述可以是一个动宾词组，而不能是名词词组或者其他类型的词组，如“降落伞的定义”，类似的词组出现了 13 处。第三类，虽然也使用了动词，但描述的是学生或教师行为的步骤或程序，如“教师提示做降落伞”，类似的回答出现了 16 处。

表 6-10 形式上不符合要求的 3 类回答

缺少行为动词的回答 (22 个, 占总数的 5%)		描述学生或教师的行为程序 (16 个, 占总数的 4%)
名词词组 (13, 3.25%)	无行为动词的句子 (9, 1.75%)	
物体下落定律; 降落伞的定义; 降落伞的原理 (2); 降落伞的制作; 制作降落伞的过程 (2); 各种材料的特点; 坠落的速度 (重量不同, 速度不同); 降落伞的实际运用; 降落伞的构造; 影响降落伞快慢的因素; 学生与学生之间的合作	降落伞下降跟物体质量有关; 降落伞的降落速度和伞面材料有关; 降落伞的降落速度和重物有关; 各种材料在降落伞中的运用; 学生对科学问题有一定的兴趣; 降落伞下降速度与受风面积和总质量有关; 重量与降落伞下降时间的关系; 通过实验与交流, 使学生的降落伞的降落效果达到最佳, 使小汽车可以着陆; 空气中产生阻力	教师提示做降落伞; 学生分组一起动手做; 室外进行降落伞实验; 自己动手做一做; 伞与下面的重物, 每次实验伞的大小不变, 重物的重量一定, 求 n 次的平均值; 测量每次降落的时间; 放飞降落伞; 用秒表记录在空中滞留时间; 小组内学生合作共同制作; 认真仔细地根据活动方法完成各次实验; 学生之间相互合作; 让学生尝试设计不同的降落伞; 让学生在合作中完成; 动手做一个简易降落伞; 观察、讨论小型降落伞的设计方案; 动手制作降落伞

另外在教师的回答中，还发现了不符合语法规则的病句。例如，“用重物不同对降落伞下降速度的影响”、“培养学生动作合作”等。筛选的结果，发现共有 23 人（占总人数的 19.7%）的 41 个回答（占总人数的 10.3%）从形式上来说不符合教学目标编制要求，剔除这些回答以后，获得形式上符合教学目标编制的回答（有效数据）为 359 个，占总回答数目的 89.75%。其中有 3 名教师的 6 个回答全部被剔除，这样参与下一步统计的有效样本人数降到了 103 人，占总人数的 88%。

(3) 统计有效样本编制的教学目标中的动词种类及其出现的频率。

(4) 对教学目标中的学习结果建立编码类目。教学目标是预期的学生学习结果，按照学习进程，学生的学习结果可以分为两类，课程结束时的学习结果和课程进行时的学习结果。因而在教学设计中出现了至少两种目标：一种是课程的学习结束时应该达到的目标，即“终点目标”；另一种是课程学习过程中必须达到的目标，它们是前一类目标的前提条件，即“使能目标”（加涅，p151）。那么，在进行教学设计时，我们应当陈述哪种学习结果呢？国内有学者认为教学目标的陈述应符合 3 项要求：一是教学目标陈述的是学生的学习结果，不是陈述教师的教学行为；二是教学目标应尽可能陈述得具体，可以测量；三是目标的陈述应反映学习结果的类型。^[1] 加涅在他的《教学设计原理》一书中提供了一个这样的例子：

例如，初级自然科学的教程可以预期以下学习结果为一般目标：①解决关于速度、时间、加速度之间关系的问题；②设计一个实验来对一个假设进行科学论证；③尊重科学活动。第一项显然是“智慧技能”，意指学生能够显示出与智慧运思有关的一些行为，第二项属于使用“认知策略”，因为它表明在不提供指导的新情况下，学生选择和使用他以前所习得的规

[1] 皮连生，陈肖芬. 以“知识”为主要目标的教学设计 [J]. 湖南教育, 1995 (5).

则和概念来展示一复杂的操作，第三项与一种或一系列态度有关。它是在针对科学活动的行为选择中显示出来的。^[1]

国内对教学目标的理论研究较多，而对于教师编制教学目标中所存在的问题的研究比较匮乏。乐中保曾对语文教师所叙写的“课文教学目标”的类型进行过剖析，发现我国的语文教师在编制教学目标时，常常会将课程目标写入教案。^[2] 课程目标也可以称为“一般目标”，描述的是某门课程的学习结束时应达到的目标，它适用于这门课程的多个课时或者所有课时的教学。在对本次调查所获得的数据进行分析时，笔者发现在小学科学教师中也存在这种状况。数据分析还发现，小学科学教师所编制的教学目标有一部分陈述了与“降落伞探究”学习任务无关的一些学习结果，即“无关目标”，如了解重力原理、探究风的阻力、探究空气的阻力和浮力等，以本节教学设计中所给材料，无法完成这些探究活动。因此，可把这些目标视为“无关目标”。

还有一部分教学目标陈述的是探究实验过程中学生必须达到的目标。例为了与课程目标或一般目标相区别，暂且把这些目标称为“具体目标”。具体目标包括主目标和辅目标。前者指科学探究目标，后者指体现与探究无直接关系的目标，如动手“做降落伞”的制作目标。在本次教学设计中，为了完成探究，需要利用所给材料制作一个降落伞，因此，与制作降落伞有关的目标都可以看做“辅目标”。在制作降落伞的过程中，有一些问题是不能回避的，比如，有不同大小的伞面，使用它们做成的降落伞降落效果会一样吗？解决诸如此类的问题的过程，就是一个科学探究的过程。与影响降落伞降落因素的探究目标，都可以看做“主目标”。由此，可以得到3种类型的教学目标：一般目标（课程目标）、具体目标与无关目标，见表6-11。利用此编码系统对数据进行分析。

表 6-11 教学目标编制能力调查的编码系统

教 学 目 标				
类 目	一 般 目 标（课程目标）	具 体 目 标		无 关 目 标
		辅 目 标	主 目 标	
概念	某门课程的学习结束时达到的目标，适用于这门课程的多个课时或者所有课时的教学	与探究无直接关系的目标，如动手“做降落伞”的制作目标	科学探究目标	与学习任务无关的一些学习结果

- (5) 分析教学目标中陈述的学习结果是否可以测量。
- (6) 分析教学目标的陈述中是否包含情境。
- (7) 分析主目标内容的教学过程设计是否体现了科学探究？
- (8) 探究适于“做中学”科学探究的教学目标应该如何编制，注意哪些问题？

2. 教学过程设计

统计教师所设计的教学过程，有 105 名教师做了设计，并对所获数据是否体现了科学探究进行分类编码（编码系统可见 6.2.5 中的“教学过程设计能力”）和分析。

[1] R·M·加涅，L·J·布里格斯，W·W·韦杰. 教学设计原理 [M]. 皮连生，庞维国，等译. 上海：华东师范大学出版社，1999：49.

[2] 乐中保. 课文教学目标叙写误区探析 [J]. 教育实践与研究，2003（2）.

6.2.4 编码系统的评估者间信度

通过培训第二人使用类目编码系统检查评估者间信度。此人有硕士学位，熟悉科学教育。笔者和这位硕士分别用类目编码系统分析了 103 人的 359 个目标和 105 名教师所设计的教学过程，采用司各特的评估者间信度公式，确定教学目标编码的信度达到了 80%，教学过程编码的信度达到了 85%。

6.2.5 结果分析与讨论

1. 教学目标编制能力

1) 教师编制教学目标时使用的动词及其特点

为了了解教师在编制基于“动手做”的探究式科学教学目标时会使用哪些动词，对所得数据进行了统计，结果见表 6-12。

表 6-12 统计结果

动词在教学目标中出现的频率（N=359）*																
	培养	了解		知道		学会		制作		认识		探究				
出现总数	107	87		36		28		17		11		10				
出现频率	29.8%	24.2%		10.0%		7.8%		4.7%		3.1%		2.8%				
* 出现 1 次的动词：树立、明确、懂得、感受、发展、体验、发现、引起、获得、锻炼、思考、验证、具有、寻找、研究；出现 2 次的动词：获取、激发；出现 3 次的动词：选择、体会、明白；出现 4 次的动词：认清、学习、理解；出现 5 次的动词：掌握；出现 6 次的动词：设计；出现 8 次的动词：提高。																
动词在不同性别、职称和受教育程度中出现的频率（N=117）																
	使用人数	性别*		职称							受教育程度					占总人数的百分比（%）
		男	女	1	2	3	4	5	7	9	1	2	3	4	5	
培养	64	24	40	5	2	19	33	2	1		1	7	22	26	7	54.7
了解	58	20	38	3	3	19	29	3	1			9	18	24	7	49.6
知道	28	18	10	1	1	7	13	3	2	1		4	6	15	3	23.9
学会	26	7	19	1	1	11	13					2	9	12	3	22.2
制作	17	10	7	3		4	8	1	1		2	1	2	8	4	14.5
认识	10	6	4	1		2	4					3	2	3	2	8.5
探究	10	4	6	2			3	5			1	1	2	5	1	8.5

* T 检验 $p=0.46>0.05$ ，表明男女性别间无差异。

表 6-12 表明，在描述学习结果时，教师们所使用的动词的种类达到了 33 个，最常用的动词为“培养”、“了解”、“知道”、“学会”、“制作”、“认识”和“探究”，其中，“知道”、“学会”、“认识”和“体验”这 4 个动词属于小学《科学（3—6 年级）课程标准》在附录《关于具体目标行为动词的定义》^{〔1〕} 的推荐之列，也在上海市小学自然课程标准的推荐之列。^{〔2〕} 而“培养”、“了解”、“制作”和“探究”及其他出现频率较低的动词不在这两个课标的推荐之列。

〔1〕 中华人民共和国教育部. 全日制义务教育科学（3—6 年级）课程标准（实验稿）〔M〕. 北京：北京师范大学出版社，2001.

〔2〕 上海市教育委员会. 上海市中小学自然科学学习领域课程指导纲要〔A〕//上海市小学自然课程标准（试行稿）〔M〕. 上海：上海世纪出版集团上海教育出版社，2004：62.

就这 33 个动词而言，除“制作”以外，基本上都不能算做真正的“行为动词”。因为行为动词是指描述行为完成情况的动词，如“说出”、“提出”、“找出”、“解释”、“复述”、“背诵”和“划分”等，非常具体地描述了学习者外显的行为变化，它们伴随着学习者动作变化和某种身体器官的运动，如“说出”，需嘴动，“划分”，需手动。而从“探究”、“了解”和“掌握”等其他词语上，看不到学习者所发生的行为变化，也就无法对其学习前后的行为变化做出测量。

2) 教学目标中学习结果的类型及其特点

根据前面建立的编码类目，对小学教师回答中的学习结果类型进行了分析统计，结果见表 6-13。

表 6-13 小学科学教师回答中的学习结果类型（N=359）

学习结果的类型		包含此类学习结果的目标个数	发生频率（%）	平均每个教师发生频率（%）（n=103）
一般目标	（课程目标）	147	40.9	1.4
具体目标	辅目标	112	31.2	1.1
	主目标	37	10.3	0.4
无关目标		63	17.5	0.6

表 6-13 表明，在小学教师的回答中，课程目标占 40.9%，无关目标占 17.5%，具体目标仅占到了 41.5%，其中主目标为 10.3%，辅目标为 31.2%。主目标的出现概率只有 10.3%，不难推测，课堂教学难以体现科学探究性的原因所在了。

3) 教学目标的可测量性

（1）一般目标。为了了解一般目标的可测量性，对一般目标中使用频率最高达的“培养”一词（出现频率为 72.8%）的对象进行了统计，结果见表 6-14。

表 6-14 使用“培养”的一般目标的可测量性（N=147）

对 象	数量（百分比）	组 成	测 量 程 度
能力	76（71%）	动手能力（30）、动手操作能力（8）、动手动脑能力（4）、合作能力（8）、探究能力（6）、想象力（4）、实验设计能力（4）、问题解决、思维、对比、分析、记录、创新、观察能力等（10）	需专门的量表测量
精神	16（15%）	合作精神或团队合作精神（10）、科学精神（1）、探究精神（5）需专门的量表测量	
兴趣	10（9.34%）	探究兴趣（5）、科学兴趣（3）、科学实验兴趣（1）、探索兴趣（1）	
其他	5（2%）	意识（2）[问题意识（1）、环保意识（1）]、科学态度、本领、习惯（各 1）	

（2）具体目标中的辅目标。为了了解具体目标中辅目标的可测量性，对辅目标中各种动词的对象进行了统计，结果见表 6-15。

表 6-15 具体目标中辅目标的可测量性（N=112）

类 型	制作和设计降落伞	降落伞的组成 (结构或构造)	降落伞的材料、 作用和用途	降落伞制作方法、 过程与步骤	原理、定义等
数量 (%)	36 (32.1)	25 (22.3)	18 (16.1)	14 (12.5)	19 (17.0)
成 果 形 式	作品	陈述性知识			
可 测 量 性	容易测量				

(3) 具体目标中的主目标。为了了解具体目标中主目标的可测量性，对主目标中的动词对象进行了统计，结果见表 6-16。

表 6-16 具体目标中主目标的可测量性 (N=37)

类 型	降落伞承受的轻重 与其下降快慢的关系	不同材料伞面制成的伞， 降落速度不一样	使用秒表测 落体速度	降落伞降落快慢 的影响因素	控制 变量方法
数量 (百分比)	4 (32.1%)	2 (22.3%)	2 (12.5%)	27 (16.1%)	2 (17.0%)
可 测 量 性	可以操作	行为容易观察，容易测量		较不容易	

(4) 无关目标因与课程教学目标无关，这里不再分析其可测量性。表 6-14 ~ 表 6-16 显示了两方面的信息，一是主目标具有探究意义，而辅目标与学生的动手做有关。揭示了“探究”与“动手做”并不是一回事，提醒人们在“做中学”时要警惕“无探究的动手做”。二是仅有 1/3 的教学目标具有可测量性，它们分布在具体目标中，显示了教师所设计教学目标具有笼统性和较低的可测量性。

4) 教学目标中的情境

所谓情境，是指学生学习时面临的刺激情境，是学习行为发生或者进行时的环境条件。一般认为，设置合理而明确的教学目标有三大主要功能：导教、导学及导测量。而在教学目标中适当设置情境，则可以实现教学目标的三大功能。情境是加涅教学目标研究成果的一个创新，他认为，教学目标必须规定情境的特征。可见，教学目标中设置的情境，与人们通常所谓的设置情境中的情境有很大的区别。传统教学中的教学目标，不要求陈述学习行为的刺激情境。分析教师所设计的教学目标，发现几乎很少有人能够在教学目标中设置情境。他们所设计的教学目标总体看来比较笼统，难以测量。

由于在教学目标中教师不会设置情境，设置情境的任务便交给了教学过程。通常地，教师会选择在科学课的一开始设置情境。由教师讲述或者展示与某一科学现象或者问题有关的事例、内容或者图片、动画等，让学生在头脑中去想象解决某一问题或研究某一现象的过程。本次调查对于所获“教学过程设计”的数据分析证实了这一点（见表 6-17）。一些教师在教学过程中设置这样的情境：PPT 播放降落伞在影片中的应用、让学生“观看降落伞的有关视频”以激发学生制作降落伞的兴趣，让学生“观看跳伞表演的课件”以引起学生兴趣，或者让学生“观察降落伞的图片”以展开教学。

如果在小学科学课程中引入“做中学”，势必要让学生使用科学材料进行动手做。既然“探究”与“动手做”不是一回事，那么，该如何编制基于动手做的探究式课程 - 教学目标呢？

5) 如何编制基于动手做的探究式课程 - 教学目标

一般认为，教学目标需要包括行为表现、条件和标准 3 个要素。这是罗伯特·马丁针对布卢姆教学目标模式存在比较笼统、空洞、难以测量的弊端，于 20 世纪 60 年代在《准备教学目标》一书中提出的行为目标模式。这种模式强调用可观察、可测量的外显行为表述教学目标，一条陈述明确的教学目标将包含“在何种条件下，学生能够做出何种行为，达到了何种最低行为水平”。例如，“小学一年级学生能应用心算解一位数的加法，在 1 分钟之内，10 个题目答对 8 个”。马丁的行为目标曾经风靡一时，但不久，其弊端就暴露出来，如标准的确定带有很大的主观性和随意性、对条件的描述过于琐碎、过分重视行为等。^[1] 此后，加涅在

[1] 肖锋. 五种课堂教学目标编写模式述评 [J]. 杭州: 杭州师范学院学报, 2000 (4).

Popham&Baker 于 20 世纪 70 年代所提出的如何界定目标的研究成果基础上,提出了书写目标五成分法。按照加涅的论述,一个陈述精确的教学目标,应该包括情境、习得性动词(简称 LCV)、对象、行动动词与工具、限制和特殊条件。^[1] 与问题解决有关的习得性能动词是“生成”,问题解决的目标可以写做:

【情境】给出对一个操场上一项建筑工程的描述,【LCV】生成【对象】一个对工程所需时间和施工人数之间关系的表达式以便【行动】向老师口头解释规则(p136)。

关于电路的概念学习,教师期待学习结束以后,学生能够向教师表明他能在一个或多个具体情境中运用一个规则接通一个电路。教学的规则必须与电流的流动有关——从电源开始,通过一系列连接的导体,然后回到电源。因此,其目标可以陈述为

【情境】给予电池、灯泡和插座及几根电线,【行动】用电线连接电池和插座,【限制】检测灯泡是否发亮,以此【LCV】演示【对象】电路的制作(p138)。

问题解决和电路的教学目标,陈述精确,学习任务明确,学习结果也可以观察得到,因此,可以算得上有意义的教学目标。教学目标中的情境旨在为学生提供一个学习科学的物质环境。学习电路时,教师需要提供给学生连接电路所需要的材料和器具。那么,用降落伞探究时,应该提供给学生制作降落伞的材料和工具,以及测定其降落时间的秒表。根据加涅的理论,可以尝试着将采用基于制作降落伞的探究式教学的教学目标设计为

【情境】给学生几块布、一个塑料袋、绳子、螺栓和几个金属垫圈等材料,【LCV】采用 2 倍于布长的绳线,连接布的 4 个端点,一头系在布的一端,另一头拴在一起,【行动】制成【对象】降落伞。

【情境】测量伞面的大小,将不同面积伞面的降落伞【特殊条件】放在一定高度放飞,【工具】采用秒表测量时间,【行动】研究【对象】伞面大小与其降落速度之间的关系。

【情境】将绳线长短不同的降落伞【特殊条件】放在同一高度放飞,【工具】采用秒表测量时间,【行动】研究【对象】绳长短与其降落速度之间的关系。

【情境】将不同重量的两个重物系在同样绳长的降落伞上,【特殊条件】放在同一高度放飞,【工具】采用秒表测量时间,【行动】研究【对象】重物重量与其降落速度之间的关系。

6) 小结

研究发现:编制教学目标时,有近 10% 的教师选择了放弃,有近 20% 的教师编制教学目标时不会使用行为动词描述学生的学习结果。如果科学探究的目标一致,那么在描述相同的教学结果时,教师们所使用的动词应当一致。但是,调查显示,教师所使用的动词种类达到了 33 个。高频使用的行为动词有 7 个,分别是培养、了解、知道、学会、制作、认识和探究,在使用这 7 个高频行为动词时,男女教师无性别差异。关于教学目标的类型研究显示,在教师们所编制的教学目标中,一般(课程)目标和无关目标所占比例很大(58.4%),具体目标仅占到了 41.5%。而实现科学探究的主目标仅有 10.3%,出现的概率太低。这提醒人们改善教师实践课程和推广“做中学”时要防止“无探究的动手做”主宰课堂。仅有 1/3 的教学目标具有可测量性,显示了教师所编制的教学目标的笼统性和不可测量性。对于教学目标中情境的分析,显示教师不会在教学目标中设置情境。研究证实,教师一般会在教学过程的设计中设置情境。最后,以本次调查工具中的“降落伞探究实验”为例,讨论了如何编制基于动手做的探究式课程-教学目标。

[1] R·M·加涅, L·J·布里格斯, W·W·韦杰. 教学设计原理 [M]. 皮连生, 庞维国, 等译. 上海: 华东师范大学出版社, 1999: 133.

2. 教学过程设计能力

1) 教师所设计的 4 类教学过程

在本次调查中，117 名教师中有 12 名，占总人数 10.3% 的教师没有设计教学过程；105 名教师设计了教学过程。这些教学过程可以分为以下 4 类。

(1) 以降落伞制作为目标的教学过程。这类教师共有 55 名，占总人数的 47%。其中男教师 23 人，占男教师总数的 47.9%；女教师 32 人，占女教师总数的 46.4%；职称为见习教师的 5 人，小学二级的教师 2 人，小学一级的 14 人，小学高级的 29 人，中学二级的 2 人，中学高级的 2 人，其他 1 人；受教育程度为硕士生 2 人，有学士学位者 8 人，大专学历 9 人、中师 29 人，其他 7 人。教学过程可以分为以下几个阶段。

第一阶段：引发学生注意。有 30 名教师采用了视觉刺激的手段，如播放跳伞录像、让学生观察降落伞图片、观察已做好的降落伞；有 16 名教师采取了讲解与降落伞结构等有关的言语信息；给学生发放材料的教师只有 4 人；有 3 名教师采用了学生交流和讨论的形式；另有 2 名教师设计了“复习旧知”来引起学生注意。

第二阶段：展开课堂讨论。有 39 名教师设计了关于降落伞制作的讨论问题，如降落伞用什么材料制作？制作方法步骤是怎样的？或者组织没有讨论题目的“小组讨论设计”。

第三阶段：动手制作。55 名教师中有一多半的教师明确地使用了小组合作制作降落伞的策略，个别教师提到了演示，让学生模仿制作。

第四阶段：作品展示。包括试飞降落伞，调试修改降落伞。有 22 名教师使用了“比赛”的策略，比一比谁的降落伞做得最好，飞得时间最长、飞得最平稳、飞得最快，评比最佳制作者、最佳表演者等。

第五阶段：交流制作体会、降落伞在生活中的运用等。个别教师无意识地组织学生交流系有不同重物的降落伞下降速度不一样。

第六阶段：教师评价与总结。多数教师在设计中笼统地写出“总结”和“评比”，而对“总结”和“评比”的内容则没有详细说明（设计示例见表 6-17）。

表 6-17 教师设计的教学过程举例

教师	引发学生注意	展开课堂讨论	动手制作	作品展示	交流	教师评价与总结
1	观看录像：跳伞（降落伞的使用）	讨论：降落伞的各部分组成	分组：利用材料制作降落伞（讨论挑选材料，设计图纸，分工制作）	比赛：谁的降落伞飞得平稳		归纳：你的制作技巧是什么？有什么优势和改进的方法？
2	观察降落伞·材料·形状	讨论：用这些材料制作降落伞的方法、步骤	制作简单降落伞	玩降落伞	交流玩降落伞的感受	讨论、归纳降落伞的原理；小结
3	学生观察降落伞的图片；教师介绍制作过程		学生操作，教师指导	学生展示完成的降落伞，并进行表演		评选最佳制作者最佳表演者
4	观看关于降落伞的录像	讨论：制作降落伞的材料	制作降落伞	进行小组比赛		总结：降落伞的原理
5	出示降落伞	讨论降落伞快慢与什么有关	设计实验方案	制作降落伞	交流、讨论	总结

(2) 以探究降落伞降落影响因素为目标的教学过程。这类教师共有 22 名, 占总人数的 18.8%。其中男教师 4 人, 女教师 18 人; 职称为见习教师的 1 人, 小学一级教师 7 人, 小学高级教师 12 人, 中学二级教师 1 人, 中学高级教师 1 人; 受教育程度为有学士学位者 3 人, 大专学历 10 人, 中师 5 人, 其他 4 人。

严格来讲, 这些教师所设计的教学过程与上边讨论的“探究式教学”还有很大的距离。一般认为, 探究式科学教学有着较为固定的程序或过程, 但这 22 名教师设计的“探究过程”却各种各样, 很难归纳出一个统一的模式。有位教师的教学设计颇有些“探究”的味道, 举例如下。

第一步: 提出问题, 降落伞的下降速度与哪些因素有关? 第二步: 设计实验方案。第三步: 做实验。第四步: 观察, 记录数据。第五步: 分析数据, 得出结论。第六步: 汇报。第七步: 做出结论。第八步: 教师总结。

还有 16 位教师提出了与这位教师一模一样的问题, 这些教师占教师总人数的 14.5%。细细品味, 就会发现, 这些教师所提出的问题, 其实并不是一个可以直接用来探究和研究的问题。因为影响降落伞下降速度的因素有很多, 如降落伞上重物的重量、降落伞伞面的大小和降落伞伞面的质地等因素, 因此, 还需要进一步对影响降落伞下降的因素, 包括无关因素和相关因素进行分析。这个过程是分离变量的过程, 只在 5 位教师的教学设计中看到了就某一个变量与自变量(降落速度)之间关系的探究, 这个比例只有 4.2%。一位教师设计了这样的实验。

实验 1: 绳子, 重量相同的重物, 伞面不一样(一种布, 一种塑料袋), 开始降落, 使用秒表计时, 看看哪个降落伞降落快? 实验 2: 伞面一样、重物不一样, 使用秒表计时, 看看谁降落快?

可惜的是, 具备分离变量能力的教师太少了。

(3) 探究问题不明确或者教师设计了复杂问题的教学过程。这类教师共有 16 名, 占总人数的 13.7%。其中男教师 8 人, 女教师 8 人; 职称为见习教师和小学二级教师的各 1 人, 小学一级教师 4 人, 小学高级教师 8 人, 中学二级教师 2 人; 受教育程度为硕士者 1 人, 有学士学位者 1 人, 大专学历 7 人, 中师 6 人, 其他 1 人。

“做中学”的教师培训实践表明, 对于中国教师而言, 引导学生集中探究的题目有些困难。致力于“做中学”科学教育项目研究和推广工作的中国科学院院士、中国工程院院士、中国科协副主席韦钰在《探究式科学教育教学指导》一书中, 指出适合探究的问题时应当注意几个问题:^[1]

一、应当注意探究的内容要符合儿童实际的认知水平; 二、问题应该和一个通过这次探究就可以证实的自然科学的概念有关, 最好一次探究活动集中讨论一个问题, 而不是向学生提出一大堆问题或是不明确的问题; 三、也不宜向儿童提出涉及复杂系统的探究题目, 如“谁的飞机飞得更远”之类即使是科学家也不能简单求得结果的问题; 四、在提出的题目所包含的探究的过程中, 尽可能包括定量的测量和定量的描述。

调查发现, 有 8 位教师在教学设计中提出了复杂问题, 这些问题是: “如何让下降的过程减慢?” “降落伞为什么会降落?” “降落伞为什么会这样运动?” “谁的降落伞降得快?” “我的小汽车可以安全着陆吗?” “为什么降落伞不会损坏?” “为什么用降落伞降落就安全?” “如

[1] 韦钰, P. Rowell. 探究式科学教育教学指导 [M]. 北京: 教育科学出版社, 2005: 41-51.

何使其（降落伞）置空时间长？”

还有一些教师在教学设计中没有明确提出探究的问题，而是笼统地让学生“发现问题”、“进行分组、探究、讨论”；一些教师提出了偏离主目标的问题，如“用什么材料制作小汽车”。

（4）学习流程。这类教师共有 12 名，占总人数的 10.3%。其中男教师 6 人，女教师 6 人；职称为见习教师的 1 人，小学一级教师 5 人，小学高级教师 5 人，其他职称 1 人；受教育程度为有学士学位者 1 人，大专学历 4 人，中师 5 人，其他 2 人。

这类教学过程设计的是学生学习和活动流程，教师组织教学、引导教学的作用并没有体现出来，并非真正意义上的教学过程。例如，制伞面—粘伞绳降落试验；制作降落伞—固定一定的高度—使用秒表—测定每次降落所用的时间—测定的次数越多越好—求平均值—设定时间与高度的关系；制作降落伞—高处向下放—向空中抛—2 个降落伞同时向下，计算时间—2 个同学之间把降落伞向下放，比较速度；抛物了解物体下降速度—称分量了解重量大小与下降速度关系—量表面积或体积大小与下降速度关系—比赛布和塑料袋做成的降落伞的效果等。

2) 讨论与分析

如果把教学看做以促进学习的方式影响学习者的一系列事件，则教学过程设计就是根据教学目标合理安排教学事件的一个过程。加涅在他的著名的《教学设计原理》一书中，提出了适用于所有学习结果类型学习的教学过程由 9 个步骤组成：引起注意、告知学生目标、刺激回忆先觉性能、呈现刺激材料、提供学习指导、引出作业、提供反馈、评估作业、促进保持和迁移。^[1]但对于科学探究的教学过程而言，理查德·萨其曼（Richard Suchman）所设计的探究训练模式更适合于科学探究教学。它包括 5 个阶段，见表 6-18。

在教学的第一阶段，当学生面对教师所提供的问题情境时，疑惑出现了。学生们开始向教师提问，教师只能用“是”或“不是”来回答学生的问题。教师在教学中要确保学生提出问题时，都能使用“是”或“不是”来回答，确保问题的内容要有利于学生探究。这是探究训练教学模式最为关键的教学原则或教学策略。当问题无效时，教师要求学生重新提问，当教师指出学生的问题无效时要具体，而不能泛泛而谈。由此也可知，所谓“面对问题”，是“面对可以探究的具体问题”或“教师能用‘是’或‘不是’回答的问题”，而不是师生面对“所有的问题”，或由教师或其他学生来回答“是什么的问题”。

教师这样做，非常有助于学生提出有探究意义的问题，集中并组织自己的探究来解决问题。

表 6-18 探究训练模式的教学过程^[2]

第一阶段：面对问题
解释探究程序（或步骤） 提供问题情境（提出疑惑事件）
第二阶段：搜集资料：确认
确认探究对象及其条件的性质 确认问题情境的发生
第三阶段：搜集资料－实验
分离相关变量 假设（并验证）因果关系
第四阶段：组织并提出解释
提出规律或解释
第五阶段：分析探究过程
分析探究方法并研究更有效的方法

[1] R·M·加涅，L·J·布里格斯，W·W·韦杰．教学设计原理 [M]．皮连生，庞维国，等译．上海：华东师范大学出版社，1999：246.

[2] Bruce Joyce, Marsha Well, Emily Calhoun. 教学模式 [M]．荆建华，宋富钢，花清亮，等译．北京：中国轻工业出版社，2002：216.

例如，“那截电线是由什么制成的”、“灯泡里面是什么”等一类“是什么”的问题，就不如“那截电线是由金属制成的吗”、“灯泡里面有空气吗”这类问题，能更加明确地确认探究对象的相关事实。

第二阶段的确认事实，如探究对象的性质、事件本身或环境条件在探究教学中至关重要。因为，“当学生明确事实以后，假设就会自然在思想中产生并进而指导着下一步的探究。运用自己关于研究对象的知识，学生们能够把他们的问题转向问题情境中事物各种变量之间的联系，然后用口头的或者真实的实验验证这些因果关系”（Joyce，2002 年）。

第三阶段的分离变量，提出假设并验证假设，这是探究教学的最为关键和最为艰苦的一个环节。因为把一个假设转变成一项实验的过程，需要付诸实际的动手操作和艰苦的脑力思考。作为教师，在这一阶段要帮助学生在大量的可变因素中，排除无关变量，识别出因果关系中的变量。并且鼓励学生采用实验而不是口头的或者理论上的猜想去验证假设。

第四个阶段，要求学生理解搜集到的信息，并且从搜集到的信息中得出一个清晰的解释，由此建立对于问题情境充分解释的“理论”。需要注意的是，在这一阶段，教师应当尽量少地或对学生的理论不做评价，以努力营造一个自由的思考氛围。更不能过分地要求学生“得到正确答案”，这样做无异于间接地扼制学生的创造性思维活动。教师应当鼓励学生之间的相互交流，鼓励学生大胆地、清晰地表达自己对于现实世界各种现象更为有力和精确的解释。

最后，在第五阶段，学生需要分析自己的探究方式。在回顾探究过程的经历时，对自己在确认问题和搜集信息方面的经验进行总结，以便进一步掌握探究的过程并使之系统化发展。

科学探究训练教学模式是设计一种把科研程序压缩到一小段时间内的练习，然后通过练习使学生直接进入科学研究过程（Joyce，2002 年）。5 个阶段模拟了科学研究的主要过程，它们之间相互联系，存在着一定的逻辑顺序。因此，在教学中就需要遵循从面对问题、搜集资料—确认、搜集资料—实验到组织并提出解释的这一顺序。分析探究过程是对整个探究过程的反思和总结，可以放在第五个阶段进行，也可以与其他各个阶段相伴而进行。正如乔伊斯所评价的，“总的来说，探究可以被大致分成若干阶段，各个阶段之间相互联系，存在着简单的逻辑顺序。忽略这一顺序将会产生错误的假设、低下的效率及重复的劳动”。研究证明，该模式可以使小学生和中学生从中受益很多，因而成为教师们进行科学探究教学的重要模式，在美国得到了广泛的运用。

在中国，自“做中学”科学教育项目 2001 年启动以后，经过 7 年实践，也摸索出了适合于中国文化特色的科学探究的教学模式。该模式包括 7 个步骤，见表 6-19。

表 6-19 “做中学”科学探究教学过程^{〔1〕}

第一步 提出问题
提供问题情境
归结出适合探究的问题
第二步 进行第一次集体讨论
提出预测
用不同方式记录预测

〔1〕 改编自：韦钰，P. Rowell. 探究式科学教育教学指导〔M〕. 北京：教育科学出版社，2005：41-51.

第三步 进行第二次集体讨论
确立公平实验的方法 完成实验设计，以进行调查研究
第四步 进行实验和观测
接触实际的客观世界 确定单一变量 尽量使用定量测量工具
第五步 处理信息和数据，并把它们转换成实证
运用推理思维显示和分析数据 获得支持和不支持解释的数据
第六步 表达和交流
运用科学语言表达解释或提出规律 全班交流，以形成明确的结论
第七步 集体讨论，进行回顾；联系生活实践，提出新的问题

以上所举国外和国内成功的科学探究教学模式例子表明，科学探究教学有着相对固定的程序和过程，这些程序之间存在着一定的逻辑关系。它们彼此相互联系，如果缺少某一程序都将会影响教学的科学探究性。据此分析，以上教师设计的 4 类教学过程，只有第 2 类有些“探究”的味道。但因为教师设计的探究问题还不够具体、不够明确，所以，严格来讲，只有 5 位教师分离了变量，设计出了科学探究的教学过程，这个比例仅占总人数的 4.2%。其他 3 类的教学过程，要么将教学过程引向动手的“制作课”（第 1 类）、要么将教学引向无法探究的“试探课”（第 3 类），要么将教学引向只有动手而不见科学实验的“动手课”（第 4 类）。这些非探究式科学教学的设计倾向，必须引起人们的注意。

6.2.6 结论

研究发现：30% 的教师在编制教学目标时有困难（有些选择放弃，近 20% 的教师在编制教学目标时不会使用行为动词描述学生的学习结果）。70% 的教师在使用动词描述相同的教学结果时，使用的动词种类达到了 33 个之多。高频使用的行为动词有 7 个，分别是“培养”、“了解”、“知道”、“学会”、“制作”、“认识”和“探究”，男女教师在这方面无性别差异；所编制的教学目标中，仅有 1/3 的教学目标具有可测量性；不会在教学目标中设置情境；58.4% 的目标为一般（课程）目标和无关目标，具体目标仅占到了 41.5%，而实现科学探究的主目标仅有 10.3%，出现的概率太低。所设计的 4 类教学过程仅有一类有探究味道，严格来讲，能够设计出探究教学过程的教师仅有 5 名，仅占被调查教师总人数的 4.2%。

基于以上研究，可以得出一个审慎的结论，即小学科学教师们探究式科学课程－教学设计方面的能力薄弱。研究结果同时提醒人们改善教师的实施课程迫在眉睫，而改善教师实践课程和推广“做中学”时要防止“无探究的动手做”主宰课堂，必须对教师进行编制教学目标和教学过程设计等的具体培训。

6.3 科学教师实际课程的观察与研究

6.3.1 研究目的

前面理论部分提出了课程实施的关键是课程发展，课程发展有两种模式：一种是封闭式

课程发展模式，另一种是开放式发展模式。课程开发者代替教育行政人员，参与实践性课程的实施、评估与改进活动，为开放式课程发展模式。那么，这种开放式的课程发展策略在中国的小学是否可行呢？为了检验开放式课程发展的理论设想，笔者计划做一次课程开发人员，进入学校做一次“秘密调查”。

如果课程开发者进入学校，就会面临教师是否接纳的问题。已有的众多研究表明，用课程开发者的理论去改造教师固有的观念，这是一件非常难的事情。对教师观念课程的调查结果显示，小学科学教师普遍对科学探究方法认识不足，普遍不具备探究式科学教学的教学设计能力。在这种情况下，如果用现成的“做中学”探究式科学教学案例让教师进行课堂教学，他们会采取何种策略来实施？所实施的“做中学”与课程开发者的设计，以及与理想课程之间是否存在差异，在哪些方面有何差异？要回答这些问题，唯一可行的研究途径就是深入到实际课堂教学的现场进行观察。在此基础上，将有望归纳出“做中学”进入小学实施的保证条件，为改善教师的实际课程提供真实、可靠、有针对性的培训信息。

6.3.2 方法与样本

观察的种类很多。根据观察者是否参与到被观察者的活动中去，可以分为参与性观察与非参与性观察；根据事先有无严格的观察设计和规划，分为有结构观察和无结构观察。为了落实研究目的，笔者采用了参与性观察方法（Participant Observation）和无结构观察以便搜集到更多的信息。由笔者担任实践性课程的开发者角色，承担课程设计者的任务，设计体现科学探究的“做中学”教学案例，对实验学校的教师进行面对面的培训，然后交由实验学校教师实施教学。

1. “做中学”探究式教学案例的设计

为了观察和搜集教师实际课程的相关信息，笔者首先设计基于“做中学”的探究式教学案例。笔者仔细研究了已经出版的“做中学”探究式科学教育培训教材和韦钰院士的《探究式科学教学指导》，熟悉了“做中学”的教学模式。2007年10月参加了“做中学”中法高层论坛的云南会议，与法方负责案例开发的教师进行了很好的谈论与交流。然后浏览和分析了上海市的3套自然教材，以及《幼儿园和小学探究式科学教育实验项目“做中学”内容标准（试用本）》（简称《“做中学”内容标准》），选择了两个教学课题：《叶的分类》和《物体的浮与沉》。为了了解和熟悉小学自然课堂教学和儿童对于“做中学”的兴趣和态度，笔者利用2007年国庆节假期的时间，在山西省临汾市某小学做了《叶的分类》的试教。感受到了不同年级儿童在分类水平上的差异以及不同年龄层次的儿童思维和行为方式方面的巨大差异。这使笔者意识到为小学生设计教学案例，一定要考虑儿童概念发展的层次性，不能用教育初中生和高中生的方法去教育他们。

在试教期间，笔者也与该校的教师进行了沟通，他们认为六年制的小学生在三年级时思维要发生一个很大的转变，究竟为什么和发生了怎样的转变，他们也说不清楚。而根据皮亚杰的研究，7岁的儿童正处于前运算阶段向具体运算阶段转变的时期。小学三年级的学生，年龄一般是8岁，恰好处于具体运算阶段。这一时期的儿童获得了可逆性能力、去中心化能力及社会中心能力的新的心理能力。儿童越来越能够根据过去经验的生动表象，想出当时看不见的东西。逐渐表现出同实物有关的逻辑思维，但思维仍然限于具体的事物，还不是观念（概念）的。鉴于在所有年级去做研究的不可行性和三年级儿童思维的巨大转变，笔者决定选择三年级儿童作为教学设计的教学对象。

较为困难的设计是《物体的浮与沉》。国内关于儿童浮与沉概念发展的研究几乎是一片

空白，而所幸的是在查阅文献时，笔者看到了美国小学科学教育家兰本达于 20 世纪 80 年代在《科学启蒙教育》杂志上的文章，又按图索骥找到了兰本达的原著和维果斯基的《思维与语言》，对小学科学教育的本质有了切实的体会。印象最深的除了兰本达教授对维果斯基思维发展理论在儿童教育方面的应运与阐述之外，就是兰本达教授提出的“有结构的材料”。兰本达的著作中所记载的大量案例，包括浮与沉的教学案例，教会了笔者使用“有结构的材料”设计探究性教学案例。“浮与沉概念”教学（Appleton & Ken et al, 1984 年）和教师培训的英文文献（Carr & Symington, 1991 年）弥补了国内儿童浮与沉概念发展研究方面的空白。

以儿童为中心的教学应当为儿童提供促进科学概念发展的活动系列，这一点，已经成为小学科学教育界的一个共识。所以，笔者所设计的教学案例其实也是一个儿童活动的案例，只是这些活动与杜威的手工艺活动，与陶行知的“教学做合一”活动有很大的区别。“做中学”中的儿童活动，应是科学家探究活动的“再现”。儿童并不是单纯的模拟这一过程，而需要在教师的引导下，重现科学家在研究同样问题时的假设、实验与推论的整个过程。好在前期的调查研究，使得笔者对探究性有了更加深入的认识，从构思教学案例到形成成熟的教学设计经过了反复多次的一个循环过程，如图 6-1 所示。

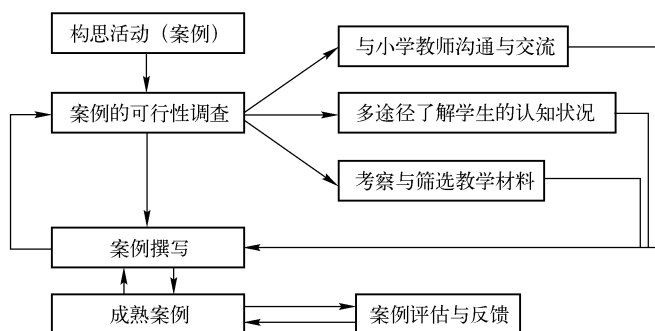


图 6-1 成熟教学案例的设计过程

为了保证教师能够接受和理解“做中学”的核心思想，以及体现“做中学”的教学特色，对于相同的课题笔者特意为教师们准备了两个截然不同的教学案例，一个是基于教师讲、学生听的“听中学”案例，另一个是基于“做中学”的案例。在案例设计出来以后，又对其是否体现“做中学”的科学教育思想和探究性教学特色，请实验学校教师根据自制量表对其有效性做了评价，采用李克特 5 点量表评价，总体评价为 4。

2. 进入学校

在相关人员的帮助下，笔者联系到了一所愿意试教的学校。为了研究方便，现将学校的名称和教师的姓名隐去。以某学校和甲、乙教师称呼。

案例设计好了以后，笔者与某学校的甲、乙教师进行了沟通。笔者告诉他们这个研究课题的目的、方法和时间安排，并向他们询问，根据他们的教学经验，在这个年龄阶段开设“做中学”的教学，是否合适？他们的看法与笔者的看法一致，认为这个年龄阶段的孩子对于外界很好奇，做一些动手做的研究活动，有利于培养学生的科学素养。得到他们的支持以后，笔者确定在 2008 年 5 月上旬开始试教。为了让教师熟悉课题，先将设计好的教案发送给教师阅读。根据实验学校教师的意见又对案例，包括学生课堂需要完成的记录单做了修改。对于时间安排原则上，不占用学生其他课程的学习时间和课外活动时间，最后确定 5 月 8 日进行第一个案例的试教，一周后进行第二个案例的试教。之所以安排两个案例的试教，是因

为一下子进入“做中学”的状态，无论是笔者本人、试教教师还是学生都有些不适应。《叶的分类》的教学和学习相对容易一些，所以进行这一课题，让我们都来熟悉一下“做中学”的教学模式，为《物体的浮与沉》的实施积累一些经验。毕竟后者才是笔者要分析的实际课程。在试教过程中采取了充分的实验控制，如随机选择三年级的两个班级作为“听中学”和“做中学”的试教班级。在实施“做中学”的教学之前，先由教师实施“听中学”的课堂教学，然后在控制班实施“做中学”的课堂教学。为了保证研究能够按照课程开发者的意图实施，笔者充分准备了详细和简略的两种教案和教学材料（包括学生课堂记录单，以便课后检测学生学习情况）。除了为教师撰写详细教案以外，实验的材料都由笔者按照实验班小组数量，为每个小组准备了一套。并且提供了“听中学”案例的多媒体课件，以保证教师有足够的时间去理解课程和实施课程。

原本设想由实验学校的甲教师完成两个案例的试教。甲教师自参加工作以来就担任自然老师，至2010年满5年，职称为小学一级。毕业之前曾经在上海的一所师范学校学习过科学教育，具有学士学位。他也是20世纪90年代第一批大学扩招时进入大学学习的，在大学学习的4年间，正是中国基础教育改革启动和进行得如火如荼之时。但甲教师在进行完《叶的分类》案例之后就生病了，只好临时由乙教师在已经试教了《叶的分类》的班级继续试教。

临时更换试教教师，无疑会给研究工作带来一些麻烦。甲教师在学历上比乙教师高，但毕竟在小学里第一学历是本科的教师极其少见。乙教师从事自然教学的时间与其参加工作的时间一样长，接近20年。他是20世纪80年代后期毕业的师范生，于90年代参加工作，工作后自修大学本科学历，参加过上海市的各类科技培训，曾经获得全国青少年科技辅导员论文评比二等奖，目前对科学教学工作持满意态度。与甲教师相比，乙教师在自然教学方面的工作时间更长，经验更丰富，且已经形成了稳定的观念课程模式，想要让其转变自己的观念课程和改善实施课程的难度，相对要比甲教师更加不容易。同时，与乙教师年龄相当的教师，在上海市，甚至全国的小学校几乎都是骨干教师，有些人甚至已经进入了学校和教育部门的领导层。因此，相比甲教师，乙教师代表了小学科学课程实施的中坚力量。一个临时的变故，却无意间提高了本研究的效度。真可谓：“无心插柳柳成荫”。

6.3.3 数据的搜集、转录与编码

选择好样本和研究方法后，笔者便携带摄像机进入观察场地观察。首先，为了便于数据分析，在征求相关人士和试教教师的同意后，对教学过程进行了录像。其次，重复播放录像资料，将课堂教学过程的录像数据全部转录成文字，与录像一起形成了下一步分析的最原始数据。

20世纪50年代到70年代，英国和美国的一些教育研究者，在课堂观察（Classroom Observation）研究领域，开发出了许多系统的观察表、编码量表及观察记录体系作为观察工具。例如，贝尔思（R. A. Bales）的“交互作用分析”编码系统、弗兰德斯（N. A. Flanders）的互动分析分类体系（FIAC）、布罗菲-古德双向互动系统（Brophy-Good Dyadic Interaction System）、爱默（Emmer）观察系统等。但由于课堂教学具有多元性、同时性、即时性、难以预料的公共课堂气氛和历时性（Doyle, 1968年），所以，研究者一般倾向于根据研究者的研究目的，建立适当的观察系统。在本研究中，考虑到中国教师课堂教学的特殊性，将采取自创编码系统和借鉴他人观察表相结合的方法，对数据进行分析。数据分析按照以下程序展开。

1. 划分课堂教学阶段

以学生活动和教师教学行为的变化为依据，划分课堂教学阶段。

教师的教学过程是笔者考察的重点，如何划分课堂教学阶段，仅凭现有的一些国外的编

码系统是不能满足实际需要的。虽然目前还没有人对中外教师的教学行为的差异性进行过研究，但笔者认为中国文化背景下的教师行为是有一些特色的。在本研究之前，笔者曾经深入到上海市的若干小学，观摩了若干堂小学自然课，对小学自然教学的过程有了一个大概的认识。在此基础上，笔者反复观看录像，认为录像中的教师教学行为有：教师讲话、教师呈现和学生活动，由于小学生自制能力相对差一些，在小学课堂上，教师常常要维持课堂秩序，所以教师教学行为还包括维持课堂秩序行为，如拍手或警示儿童守纪律。

1) 教师讲话

教师讲话指教师在课堂上为了组织教学所发起的语言行为，这种语言行为的目的在于组织教学，而非提供真正的学习内容。它包括为了调动和维持学生兴趣，以及吸引学生注意力的讲故事和讲笑话等行为，也包括回答学生的问题、提问、对学生或教学事件的反馈和评估，如表扬和批评。它由教师提问和学生回答问题组成了师生交流过程。

2) 教师呈现^[1]

教师呈现（Teacher Presentation），在爱默观察系统中用于指教师提供信息的行为，是指教师只提供信息、不要求学生回答或不评估学生行为的真正的（针对学习内容）语言或非语言行为。教师的提问、步骤说明，表扬和批评都不属于教师呈现，而讲课、向全班学生朗读、回答学生的问题以及其他任何由教师提供信息的行为都属于教师呈现。教师的呈现与教师讲话不同，包括教师陈述和教师演示。教师呈现只是教师讲话的一小部分，教师讲话的时间可以用于回答问题、教师提问或者评估。二者的区别见表 6-20。

表 6-20 教师讲话与教师呈现的区别

教师讲话	教师呈现	
提问 步骤说明、解释作业要求 表扬和批评 讲故事 评估包括对学生的评估，如表扬、批评等，以及对教学事件的评估，如“这个实验不难”等	教师陈述	教师演示
	讲述课程内容（讲课） 向全班学生朗读 回答学生的问题	教师演示操作 步骤或者实验 教师板书 教师板画

3) 教师维持课堂秩序

教师使用语言或动作维持课堂纪律，如拍手警告学生勿乱动。

4) 学生活动

学生活动指由学生独立或者合作完成的操作材料、小组讨论和小组实验等活动。

根据以上 4 种师生行为，划分课堂教学阶段。

2. 给教师的提问进行编序和编码

这一节课教师总共提出了 68 个问题，根据提出问题的先后顺序对所有问题进行了自然编序。接着对问题的有效性进行了分析，在分析中，笔者发现无效问题是无法进行编码的。据格拉伊塞尔（Groisser）研究，常常会有 4 类被误用的问题，即是/否问题、追问、假设问题和反问。^[2] 假设问题是要求学生对问题进行猜测或推论，如果是基于事实的猜测和推论，这

[1] Teacher Presentation，在陶志琼等人所译的《透视课堂》（Thomas L. Good，Tere E. Brophy. 北京：中国轻工业出版社，2002：89）一书中被译为“教师陈述”，遗漏了“Presentation”的“演示”含义。如果译为“呈现”，则可将由教师显示、演示、表演和提出信息的含义涵盖。

[2] Thomas L. Good，Tere E. Brophy. 透视课堂 [M] . 陶志琼，王凤，邓晓芳，等译．北京：中国轻工业出版社，2002：485.

在科学研究中是经常的事情，应当属于有效问题。但如果要求学生毫无事实依据的问题进行猜测或推论，如“如果哥伦布没有发现美洲，谁会发现”，则属于无效问题。根据格氏对无效问题的界定，对 68 个问题进行了筛选。共筛选出 37 个有效问题，占问题总数的 54.4%；31 个无效问题，占问题总数的 45.6%，见表 6-21。

表 6-21 无效问题的类型及数量

	是/否问题	追问	假设问题	反问
特点	这类问题是其他问题的预备，它们鼓励学生猜测且具有较低的分析含量（性）	在学生回答停顿或不完整的时候提问	要求学生对本身没有答案的问题进行猜测或推论	反问和其他设问不宜突出重点教学
举例	如汉尼拔是一个聪明的士兵吗	还有其他原因吗	如果哥伦布没有发现美洲，谁会发现	你难道不赞成吗
无效问题个数及序号	21 个：4、6、8、9、10、11、12、15、16、19、22、23、24、26、31、44、45、51、56、58、62	5 个：14、21、29、38、39		5 个：2、3、5、27、50

然后，运用修改后的问题类型检测量表^[1]对 37 个有效问题进行编码。原问题类型检测量表将教师的提问行为从 5 个方面：问题类型、要求学生做出答案的类型、选择问题的回答者、停顿（提问后）、提问时的声调和方式来检测问题类型。后面的 3 个方面，涉及教师的提问策略。因为乙教师不熟悉班级里的学生，所以仅对量表中的前两项进行了编码“问题类型”记为“A”，“要求学生做出答案的类型”记为“B”，统计结果见表 6-24 和表 6-25。该检测量表还设计了其他检测项目，在结果中一并报告。

6.3.4 研究的信度与效度

在教学案例设计阶段、课程实施阶段、观察者进入现场，以及数据编码与分析阶段都涉及信效度问题。案例设计和课程实施阶段的信效度问题，前面已经论述过。观察者进入现场，如同石子丢入水塘，必然引起水波涟漪。这种涟漪，在观察法中称为观察者效应，专指观察者对其搜集的数据的效度或信度产生负面影响的行为。笔者采取了一些措施，如设计两节课，提前进入现场，在正式观察之前多次进入现场，以消除这种影响。与学生和教师沟通，在观察中尽量保持态度中立、评估公正、记录全面，尽可能不影响被观察者或者不被被观察者影响。使误差降到最低程度，提高观察的信度和效度。

数据编码方面，尽量采用已有的编码系统，以提高编码的信效度。自编编码系统和数据分析方面，采用了观察者内部信度的方法。特德·弗里克和梅尔文·塞姆（1978 年）认为观察者信度有 3 类：标准关联观察者的信度、观察者内部信度和观察者间的信度。观察者内部信度，是指观察者在观察编码的过程中保持一致的信度，使观察者对于同一事件的录像带或者磁带编码两次，间隔时间可以是一周、两周不等，以检查数据前后保持一致的程度。本研究将采用观察者内部信度方法。在数据处理时，笔者采用了间隔两周，对录像带进行多次编码的方法。多次编码有利于消除编码误差和及时完善编码系统，直到多次编码结果基本一致

[1] Thomas L. Good, Tere E. Brophy. 透视课堂 [M]. 陶志琼, 王凤, 邓晓芳, 等译. 北京: 中国轻工业出版社, 2002: 511. 修改项目见表 6-25 中 * 标注部分。(作者注)

为止。

6.3.5 结果

1. 课堂教学

根据教师行为和学生行为的变化，将乙教师的课堂教学过程划分为以下几个阶段，各个阶段的起止时间和所用时间长短见表 6-22。

表 6-22 课堂教学阶段及教学事件一览表

序 号	起 止 时 间	教 学 事 件	同 时 事 件	主要的教师行为	时间
1	00:01—4:08	教师讲故事，作为开场白引入教学课题		教师讲话	4:07
2	4:09—5:22	第 1 次师生交流“桌子上有哪些材料”	维持秩序一次，表扬学生 3 次	教师讲话（提问、对学生正确答案予以肯定、表扬）	1:13
3	5:23—7:05	第 2 次师生交流“选什么材料做金牌扔到水里不会沉下去？”的材料和原因	表扬和批评学生各 1 次，对两个学生的回答有两次“无反馈反应”	教师讲话（提问、肯定学生答案）	1:42
4	7:06—7:30	教师陈述教学课题		教师呈现	0:24
5	7:31—8:17	第 3 次师生交流“假设是不是就是科学”		教师呈现	0:46
6	8:18—9:28	第 1 次朗读和解释实验记录单上的内容和项目。为布置学生活动任务做准备	宣布“做实验”的纪律，不安静的学生不能做	教师讲话	1:10
7	9:29—13:24	第 1 次学生活动	有的在记录纸上填写预测，有的往水里扔东西。有人扔出了干湿海绵，但没有注意到它们的不同	教师巡视，回答了一个学生关于没有材料的问题	3:55
8	13:25—13:45	宣布结束活动，评估实验难易及与学生个人经验的关系。	表扬 1 次，维持秩序	教师讲话	0:20
9	13:46—15:06	第 4 次师生交流，由“海绵放在杯子里，是沉还是浮”的问题引出“同样材料的两块干湿海绵为什么会出现两种不同情况？”对第 1 个问题，学生有的说“浮”，有的说“沉”，还有一个男生说“也能算沉也能算浮”	教师板画并讲解。提出“小朋友在推测时，请大家尊重她的意见”。表扬 1 次	教师呈现	1:20

序 号	起 止 时 间	教 学 事 件	同 时 事 件	主要的教师行为	时 间
10	15:07—19:08	第 5 次师生交流,“用科学的方法打捞湿海绵”	评估学生的学习态度。提醒学生处理海绵的步骤	教师讲话	4:01
11	19:09—20:12	第 2 次学生活动			1:03
12	20:13—22:19	第 6 次师生交流,“最终影响湿海绵浮起来的是空气”	评估实验并指出处理湿海绵的方法与家长拧湿衣服的生活经验的相似性。用把水倒进杯子的例子类比水进入海绵将水赶走,推测出结论	教师板画 教师讲解	2:06
13	22:20—24:15	第 7 次师生交流,“空气会不会影响物体的浮和沉”	教师提出做“3 个很好玩的实验”,发放实验材料,一边演示如何操作 3 个针筒,一边让全班学生回答他们看到了什么	教 师 演 示 操 作 步骤	1:45
14	24:16—26:10	第 2 次朗读和解释实验记录单上的内容和项目。规定好每个空格里写什么内容,然后宣布开始“实验”	批评学生 1 次	教师讲话	1:54
15	26:10—29:00	学生第 3 次活动		教师指导了一个小组	2:50
16	29:00—30:00	学生交回记录单。结束			1:00

为了了解学生活动与教师主导的课堂教学过程之间的时间比例,对学生活动、师生交流和其他教师主导的教学阶段的时间(单位为分钟)做了统计,结果见表 6-23。

表 6-23 学生活动、师生交流及其他教学阶段所用时间一览表

类 型	学 生 活 动	时 间	师 生 交 流	时 间	其 他 教 学 阶 段	时 间
事件 (内容)	第 1 次	3:55	桌子上有哪些材料	1:13	开场白	4:07
	第 2 次	1:03	选什么材料做金牌不会下沉	1:42	陈述教学课题	0:24
	第 3 次	2:50	假设是不是就是科学	0:46	第 1 次朗读和解释记录单	1:10
			关于海绵的沉与浮	1:20	评估实验	0:20
			打捞湿海绵的科学方法	4:01	第 2 次朗读和解释记录单	1:54
			最终影响湿海绵浮起来的是空气	2:06	结束	1:00
			空气会不会影响物体的浮和沉	1:45		
	小计	7:48		12:53		8:55

2. 教师提问

为了了解教师有效提问的类型,对 37 个有效提问进行了编码,其结果及各种类型的统计结果见表 6-24 和表 6-25。

表 6-24 教师的有效提问及编码一览表

编号	问题	A	B
1.	那一年到底请谁点呢	3	2
7.	找不到了呀。为什么找不到了	3	1
13.	桌子上有哪些材料	1	2
17.	你选什么材料来做金牌扔到水里面不会沉不下去	1	1
18.	你为什么选杯子和泡沫塑料	2	1
20.	为什么（选这种木板）呀	2	1
25.	海绵放在杯子里面，小朋友们说一说是浮还是沉	2	3
28.	沉的话，它的位置老师应该画在哪里	2	1
30.	同一块海绵，几乎同样重量，同样体积，为什么会发生这两种	2	1
32.	那你再补充一下，哪一块重	1	1
33.	这块是干的，还是湿的	2	3
34.	那么，这湿的和干的，有什么区别呢	2	1
35.	除了重量不同之外，还有什么其他的不一样	2	1
36.	湿的海绵怎么会湿呢	2	1
37.	是等于干的海绵加什么呢	1	1
40.	用科学的方法把它给打捞起来，让这块湿的海绵浮出水面，有没有办法	2	1
41.	把什么东西吸干	2	2
42.	把一杯水全部弄干方便	3	3
43.	还是把海绵里的水弄干方便	3	3
46.	我们现在每个组里有几块海绵	1	2
47.	请××你起来说一说这个实验你准备怎么做	2	1
48.	如果你桌子上两块海绵都是干的，你要把一块海绵怎么样	3	1
49.	如果两块海绵都是湿的，要把一块海绵怎么样	3	1
52.	干的海绵如果我们把它放大，它其实里面有很多什么	2	2
53.	这个小孔里面住的是什么东西呀	1	2
54.	这个杯子里是什么	1	2
55.	这部分空气被它赶到了哪里去呀	2	1
57.	水和空气，谁重	2	3
59.	我们推测一下，老师这里也是推测一下，湿的海绵，干的海绵，虽然是水到了这个空隙里，其实，最终影响它们的是什么呢	2	1
60.	（针筒）拉出来里面是什么	1	2
61.	（针筒）里面怎么样	1	2
63.	没有注满水之前这3个针筒的重量应该是一样的，现在注了水以后，重量会怎么样	2	1
64.	那么，在水里面会不会影响到它们的沉浮呢	2	3
65.	推测一下，哪一个是浮的	2	2
66.	（接65）哪个是沉呢	2	2
67.	（接66）这个会怎么样	2	2
68.	（接67）一半怎么样，另一半怎么样？	2	2

表 6-25 各种类型的提问一览表（N=37）

问题类型（A）	数量（百分比）	要求学生做出的答案的类型（B）	数量（百分比）
知识型：事实，要求具体、正确的回答	9（24.3%）	思考型：要求学生必须推理得出结论或详细解释某一点	18（48.6%）
知识型：观点，要求发表对一没有明确答案的复杂问题的意识	22（59.5%）	*事实型：要求学生从记忆中或观察中搜寻事实答案	13（35.1%）
非知识型：要求回答与个人、程序或纪律方面有关的问题，不是与课程有关的问题	6（16.2%）	选择型：只要求学生做出“是”还是“不是”回答，或两个回答中选择一个	6（16.2%）

该量表还设计了三个方面来检测课堂提问的有效性。一是学生自己提出问题吗？二是学生与学生之间进行交流吗？如果有，交流多吗？三是适当时，教师是否就同一个问题向几个学生提问，或让学生评价自己或同学的答案。据笔者观察，学生在本节课上提出过自己的问题，但都不是关于课程内容的问题；几乎没有学生与学生之间的交流；就同一个问题，教师向几个学生提问的情况有过，但没有发生让学生评价自己或同学的答案的情况。

6.3.6 讨论与分析

从结果的报告中不难发现，教师的试教偏离了探究式科学教学过程。

1. 关于课堂组织

表6-22 显示，这是一堂以教师讲授为主导的课堂教学，未曾就某一个主要问题展开课堂讨论。教师讲话、教师陈述和教师演示，占据了课堂教学的大部分时间。表6-23 显示，学生活动时间在3种类型的课堂教学阶段中用时最少，不足8分钟，仅占整个课时时间的26%。师生交流时间最多，占整个教学时间的43%。其他的教学阶段用时接近9分钟，占总教学时间的28%。在其他的教学阶段里，教师所做的事情主要是一个长长的开场白，时间长达4分钟，其次是两次朗读和解释记录单上的内容和项目。开场白可以简短一些，记录单也可以简短说明。如果形成课堂上记录数据的习惯，如果学生记录单能够设计得再简单明了一些，这部分时间完全可以省下来让给学生活动。这样，学生活动的时间可以达到15分钟之多，将会占总时间的50%。

前一节曾经提到探究式科学教学过程的两种模式——探究训练模式的教学过程和“做中学”科学探究教学过程。后者也是笔者在教学设计时采用的教学过程。“做中学”的科学探究教学过程和笔者的教学设计非常强调集体讨论，在整个课堂教学过程中笔者总共设计了4次集体讨论，但这节课上没有出现一次。7次师生交流是以教师提问，学生回答问题的“问答式”交流为主。在教师提出的问题中，只有54.4%的问题属于有效问题。表6-24和表6-25表明，非知识型的问题和选择型的问题又在有效问题中所占的比例超过了15%。如果将这些问题也计算入无效问题数内，则无效问题的比例将高达69.1%，接近70%，留给学生概念转变和思维发展的问题只有30%的机会了。如果再仔细分析剩下的有效问题，可以发现，“事实型”的问题中又有50%的问题属于不需要观察就可以得到答案的问题，如“桌子上有哪些材料”、“我们现在每个组里有几块海绵”，另有50%的问题才是属于需要学生在观察基础上再进行推测的问题。在“思考型”的问题中，又只有50%的问题与学生概念学习有关。用如此效率的提问，很难组织起一场基于学生概念转变和思维发展的课堂讨论。一部成书于公元前70年代至公元5世纪间的犹太教法典曰：“知识，来自教师者甚多，来自同学者更多，来自学生者最多”，可谓一语道破了课堂讨论的真谛。但是在这堂课上，

笔者没有观察到学生自己提出问题、学生与学生之间的交流，或是在适当时教师就同一个问题向几个学生提问，或让学生评价自己或同学答案的现象。可见，在开展课堂讨论方面，无论从意识上、经验上还是主观意愿上，教师都没有形成一个良好的习惯。

2. 关于教学内容呈现

教师是完全按照自己对浮与沉概念的理解来安排教学内容的，偏离了原先的教学设计。由表 6-17 可以直观地看到教师所理解的三年级学生应当学习的浮与沉的内容是：桌子上有哪些材料？选什么材料做金牌不会下沉？假设是不是就是科学？关于海绵的沉与浮、打捞湿海绵的科学方法、最终影响湿海绵浮起来的是空气、空气会不会影响物体的浮和沉。原先的教学设计中设计了 3 个核心内容：认识物体轻重与浮与沉的关系、认识空气对物体浮与沉的影响、认识物体沉浮与液体质量之间的关系。为何这样设计教学内容？这是有概念研究依据的。

根据兰本达及她的合作者 P. E. 布莱克伍德和 P. F. 布兰德韦恩对学生浮与沉的概念发展的研究，发现小学生的浮与沉的概念经历了 3 个层次的发展。^{〔1〕}第 1 个层次是发现轻的东西会浮，重的东西会沉；第 2 个层次是对于空气的发现，里面有空气的东西会浮，既使在看不到空气可以占据空间的情况下，孩子们也能够运用陈述的逆推推断出空气的存在；第 3 个层次是孩子们会注意到“一定大小的物体是重的”，将大小与重量联系起来考虑物体的沉浮。而更高水平的漂浮的概念一直要等到 12 岁时才出现。这个年龄的孩子可以系统地阐述相对密度的概念。直到小学毕业，学生对漂浮的概念才可以描述为“单位体积物体的密度与同体积介质的密度之关系”。^{〔2〕}两相比较可以发现，教师实际上是已经将浮沉概念的学习转换成了一个解决实际问题（做不会沉的金牌，以及打捞用海绵制作的金牌）的过程。虽然最后教师也终于回归了概念教学，如“空气会不会影响物体的浮和沉”，但是此时已经接近下课，时间已经不够用了。匆忙之中，教师将如何操作 3 个针筒的方法向学生演示了一遍。而这些在原教学设计中是不曾设计到的。

在教学过程中，笔者注意到，当课进行到 14 分钟时，教师让学生猜想海绵扔到杯子里时会出现几种情况，学生回答了 3 种情况：“浮”、“沉”、“也能算浮也能算沉”。到了 20 分钟左右，教师在黑板上一边画图，一边讲解“空气影响海绵沉浮”这一概念时，发生了这样一段对话：

教师：那么，如果这块干的海绵碰到水以后，啊，就像这个杯子里面刚才都是空气，而倒进水之后，……

学生（大声喊出）空气，还是空气。

教师：空气，对，还有。但是，这部分空气被它（指水）赶到哪里去了？赶走，对不对呀？被它赶走。水和空气，谁重？

“空气被水赶到哪里去了？”教师并没有正面回答这个问题，而是很快将话题转到了“赶走”上，紧接着又问：“水和空气，谁重？”或许有其他原因，或许是教师并不很确定空气被水赶进了水里面，所以没有往下再推论。笔者推测是后一种情况，如果教师知道，则他肯定会说出来而不会转移话题的。“空气被水赶进了水里面”，这对于理解“空气影响物体的浮沉”至关重要。如果认识不到这一点，那么解释干海绵浮起来的原因时，只能像乙教师那样借助杯子进水的类比了。用水进入杯子来类比干海绵下沉，这是一个修辞上的问题，而不能

〔1〕 兰本达，P. E. 布莱克伍德，P. E. 布兰德韦恩．小学科学教育的“探究－研讨”教学法〔M〕．陈德璋，张泰金，译．北京：人民教育出版社，1985：40.

〔2〕 兰本达．教师从研讨中知道了什么（下）〔J〕．林培育，译．科学启蒙教育（科学课），1988（4）．

算是一个科学上的解释。快要下课时，笔者现场抽查了一个学生对于浮沉的认识，他也说出了“既沉又浮”的一种情况。可见，浮与沉的概念教学不是一节课能够完成的，很值得研究一番。

3. 关于学生活动的组织和开展

学生的活动停留在低层次的“动手做”上，未达到最高层次的探究。从表 6-22 可以看出，第 1 次活动是研究物体的沉浮属性，要求学生先预测，再试一试。这是一个用事实检验预测的过程。学生把桌上的材料扔进水里面，又捞出来；再扔进去，再捞出来，这种“做”在“做的结构理论”（见第 8 章）中属于第 1 个层次的“做”，即“身体活动”。第 2 次的活动是在教师提醒学生处理海绵的步骤以后，学生开始活动的。这种“做”在“做的层次理论”中属于“他人指挥下的做”。第 3 次活动是在教师演示了如何操作 3 个针筒，又让全班学生回答他们看到了什么以后才开始做的，这种“做”在“做的层次理论”中属于“模仿地做”。3 次学生活动中，没有出现第 4 个层次的“做”，也就是“在自我理论和思想指导下的做”。

4. 关于科学方法的教学

科学研究中，在实验之前提出的理论就是“假设”或者“假说”。假说是对研究者观察到的结果所做的解释，并不是某一种情况的模拟、假想或猜想，如“假设你是阿里…”“假设海绵是金牌…”假说（设）是对研究者所观察到的，其实也是研究者对要研究的研究对象所表现出来的某种现象，提出的一种可能的、合理的解释。一个好的假说（设）能够说明因果之间的关系，通常情况下要用一个陈述句来表述。例如，“里面有空气的物体会浮”就是对类似海绵、游泳圈这一类东西浮在水面的现象所提出的一个假说（设）。假说（设）是否成立，还需要实验验证。如果实验验证这个假说是正确的，那么这个假说就不再是假说，而成为定律或者学说了。本节课中，教师共提到 9 处“假设”（已用下画线标出）。

……

教师：这边小朋友一起汇总了桌子上的材料。下面我们想一想，如果要用这些材料来做金牌，当然这些材料做金牌的目的，我们是假设使它扔下去不会沉到水下去。那么，假设一下，你选什么材料来做金牌，扔到水里面不会沉下去？

……

教师：小朋友们，我们刚才请两位小朋友假设了一下，哪些材料做的金牌扔到了水里后不会沉下去，对不对？那么剩下的材料做的金牌就应该会怎样呢？

……

教师：刚才我们是假设了一下哪些物体到了水里会浮起来，对不对？

学生：对。

教师：那么剩下的物体可能会沉到水下去。好，小朋友们，这是我们假设的情况。科学家在研究科学时，主要就是假设。先假设，再研究。这是科学家研究科学的一种非常重要的方法。那么，这个假设是不是就是科学呢？

……

教师：对，不一定。只有通过实验或者其他专门的方法来验证了以后，才能知道它科学不科学。

……

教师：那现在我们假设一下，这块金牌沉到水下去了，我们用科学的方法把它给打捞起来，让这块湿的海绵浮出水面，有没有办法？

这些假设，更多地指向了“猜想一下”的含义，与科学上的假设是有差距的。第8个“假设”，教师向学生们提出了一个关于假设是不是科学的问题，这个问题其实是一个无效问题。因为，学生一来对“假设”并不了解，二来不了解“科学”，所以，他们并不知道正确的答案是什么，所以只能猜测教师的心思了。

在这堂课上，还可以发现一个被滥用的科学术语，那就是“实验”。赖欣巴哈认为，实验是向自然提一个问题，由科学家使用适当的措施制造出一个物理事件，其结果可以向这问题提供“是”或“否”的答案。通常，可观察的事件中总是有许多因素在起作用，当我们无法确定其中个别因素对于总结果有什么贡献时，科学实验就创造人为干预条件，将各个因素孤立开来，然后使“一个因素在不为其他因素干扰而进行工作中呈现出来，从而揭示出无人干预所发生的复合事件的机制作用”。^[1]可见，实验的本质需要控制变量。本节课中，教师共提到16处“实验”，只有1处“实验”与控制变量有关，具体如下。

教师：好，那么请××起来说一说你准备怎么做这个实验？

学生：我认为将干的和湿的两块不同的海绵混同，放在水中，然后……

教师：……做这个实验我们先要解决一个问题，如果你桌子上的两块海绵都是干的，你要把其中一块海绵怎么样？……如果两块海绵都是湿的，要把一块海绵怎么样？……明白了吗？

但可惜的是，这种方法是教师讲出来的，而不是学生想出来的，失去了学生探究的意味，而且，教师也没有强调这种处理的意义。原因可能在于教师本人也不是很清楚这种处理在科学上被称为“变量控制”。在最后一次学生活动前，老师提出了“做3个很好玩的实验”，其实是为了检验“里面有空气的物体会浮”的假设是否成立的一个实验。按照教学设计（为了更好地调查学生的思维，记录单上的这组实验没有写实验名称，仅以实验二来标示），这组实验对相同的3个针筒采取了2种不同的控制条件，加上无处理情况的作为对照，这样就是要操作3次。对照组是无空气的针筒，控制条件是一个装满水、一个装满空气。实验结果是，装满空气的针筒浮了上来，而另外两个都下沉了。实验证明了空气进入物体可以使物体浮起来。课堂教学记录和录像观察都表明，乙老师没有设立对照，并且将操作条件改为“装满水”、“注入一半水”和“不装水”3种，致使有学生做出了“我发现水越大，沉下去的可能性越大”的结论，背离了原教学设计中所设计的“里面有空气的物体会浮”的假说（设）。

假说（设）和实验都是非常严谨的科学研究方法，而不能将假设简单地等同于“猜想一下”，或是将实验简单地等同于“动手做”或“操作材料”。因此，表面看来学生是在“活动”，在做“实验”，在“动手做”，但由于没有提出任何“假说”，没有变量的控制，所以科学探究的过程并没有真正发生。

5. 关于影响教师实际课程的因素

研究显示，教师的教学受其观念课程的影响要强于或大于外来课程理论或课程专家的影响。真正的科学探究实验做起来是有相当难度的，但是乙教师却认为“实验不难”。在学生活动之后，乙教师做过评估，如“这个内容是非常简单的实验”、“我们在一、二年级学水时已经讲过这个实验，应该不难”。试教结束后，我们有过如下简短的谈话。

研究者：这节课属于科学方法的一个教学。

教师：什么是科学方法呢？是引起学生学习的方法？

[1] H. 赖欣巴哈. 科学哲学的兴起 [M]. 伯尼, 译. 北京: 商务印书馆, 1966: 80.

研究者：不是，就是科学实验方法，从预测，到实验，到得出结论。

教师：选择这个实验，对于介绍空气来说，我觉得，这个内容太单薄了。学生看了这个实验以后，他要建立自己的结论，尤其是要得到课程设计者希望预测的这个结论。他看到的是一盆水，看到的是针筒。然后，他要把看到的这些现象，提升为抽象的一个概念或结论。那么，就要给孩子们建立一个坡度，在建立这个坡度的过程中，我觉得，今天做的这个实验，一是沉浮不明显，二是这个实验前面还要做很多铺垫……

在谈话中，乙教师说出了自己对于这节课所设计的实验的看法，认为笔者所设计的实验一是现象不明显；二是这个实验前面还要做很多铺垫；三是不够吸引学生。乙老师还提到了中国台湾的肖博士用生活中常见的材料所设计的演示物体浮沉的工具。只要按一下，瓶子里面小的塑料物件就会随之沉浮。这样的实验在乙老师看来，对学生是有相当吸引力的。

看来，在理解和认识“科学教学”上，笔者和乙教师之间还存在着不小的分歧。笔者认为，科学教学的关键并不在于设计多少“铺垫”，不在于教师演示多少个吸引人的“实验”，而应该把更多的时间留给学生们，去做假说（设）、去预测、去识别变量、去设计对照，用自己的眼睛去发现隐藏在现象背后的那个原理。如果按照教学设计，教师给予足够的引导，学生才有可能熟悉科学方法，从观察和动手实验中总结出结论。

6. 关于学生的经验课程

下面让我们来看看学生的收获吧。下课后，学生将记录单交了回来。在实验二的结论中（共27位学生），有1人写了“不知道”，有2人没有写结论，有3人的结论让人看不懂，有4人描述了实验现象，如“装空气的物体是浮的，装水的物体是沉的，装一半水的物体是沉的”。有17个学生做出了自己的推论，这些推论可以分为3类：有7人将影响物体浮沉的原因归结为物体的轻重，如“重的物体都会沉下去，轻的物体会浮上来”，有8人将浮沉的原因归结为水的原因，如“水多，沉下去的可能性就大”，仅有2人写出了“空气越多，浮得就越多”、“有气体，所以会浮上来”的结论，他们发现了空气和物体的浮沉现象之间的关系。如果根据前面提到的兰本达及其合作者对小学生浮与沉概念层次的研究结论来衡量学生概念转变情况，则有2人达到了第2个层次，有7人还停留在第1个层次，剩余学生（占学生总数的66.7%）尚未发展出浮沉概念。因在课前未对学生进行“前科学概念”调查，笔者不能确定本堂课对于学生概念发展的影响。但可以肯定的是，在学习科学上，学生之间存在明显的个体差异性；在科学概念发展上，学生的经验会处于无科学概念、低层次的科学概念和高层次的科学概念几个不同的层次。概念发展的层次性说明，仅凭一堂课或一次教学就要实现“全体学生”的概念转换，这种想法是既幼稚又错误的。

6.3.7 结论

从对教师课堂教学观察的结果来看，教师在进行探究性科学教学方面，确实是处于一种“心（热心）有余而（能）力不足”的状态。在课堂讨论组织、教学内容的呈现、学生活动的组织与开展以及科学方法的教学等方面来说，教学行为都未能达到课程设计的预期。影响教师实际课程的因素，其固有观念课程的影响要强于或大于外来课程理论或课程专家的影响。所以，可以推断，在个人科学素养先天不足，又缺乏严格、正宗的科学教学培训的状态下实施科学课程改革时，教师们所能采取的策略，不是忠实取向（Fidelity Orientation）的策略，即完全忠实于课程专家所设计出来的课程，也不是采取课程缔造策略，去创造课程。而是采取相互调适取向（Mutual Adaptation Orientation）的实施策略。相互调适策略允许教师根据自己的情况及对课程的理解，对课程进行调整和改造。这种调整和改造，可以是教师调整和改

造自己的观念课程，以适应课程改革，这也是笔者所期望的。但是，本研究充分显示，事实上，存在着一种课程专家不愿意承认，可能教师们也不愿意承认的另类调适，即教师对课程进行调整和改造，以适应自己的观念课程，暂且称为“以不变应万变”的调适策略，即“以观念课程的不变来应对课程改革的万变”。这种情况当然不利于课程的实施，但是却实实在在地存在着。

早在1976年，McLaughlin就提出在教育研究方案实施的互动策略。他认为，研究方案的实施不只是策略和技术的直接应用，而是一个研究方案与具体的实施者之间的一个互动过程，只有在这种互动调适下才能是一种成功的实施。^{〔1〕}对教师课堂教学的观察研究表明，仅有研究方案和实施者之间的互动是不够的，还需要研究方案的制定者，即课程开发者和实施者之间的长期互动与合作，才有可能成功地实施一个变革方案。

研究还显示，学生经验科学课程的构建不是一蹴而就的事情。在学习科学上，学生之间存在明显的个体差异性；在科学概念发展上，学生的经验会处于无科学概念、低层次的科学概念和高层次的科学概念几个不同的层次。概念发展的层次性说明，仅凭一堂课或一次教学就要实现“全体学生”的概念转换，这种想法是既幼稚又错误的。

因此，研究结果提醒人们，建立开放式的课程发展机制迫在眉睫，改造教师的实际课程也迫在眉睫。同时，儿童科学概念发展个体差异性和层次性的客观存在，提醒人们学生科学经验的建构不能一蹴而就，还需要对儿童科学概念发展的层次性展开深入研究。

6.4 小结

研究显示，实践性课程依然徘徊在探究教育的大门之外。在个人课程方面，教师们关于科学方法的本体性知识相当薄弱；在实施课程方面，教师们的探究式科学课程——教学设计能力堪忧；在实际课程方面，未能体现出科学探究教育的要求。因此，改造小学科学教师的实践性课程迫在眉睫。

3个独立的研究结果，揭示了教师实践性课程与理想课程和正式课程之间的差距之大，揭示了实际课程受到教师固有的观念课程的影响要大于外来课程理论或课程专家的影响。课程变革中，教师会在其固有的观念课程的影响下，采取“以观念课程的不变来应对课程改革的万变”的课程实施策略。因此，期望教师自觉地、主动地改变思想观念，遵循专家理想课程的规划或正式课程的规定，或者通过几场报告就能够转变教师观念的想法根本上就是一种幻想。

这些研究结果证明，课程的层次性是客观存在的，课程发展不会自动完成，它是需要相应的机制和人员花费时间去做的一件事情。笔者在第1章曾经指出，教师实践性课程具有个性化的特点，由于不同个体理解课程的能力和个人素养不同，将会导致实践性课程的多样性和个体性。本章的研究结果也证明了实践性课程的多样性和个体性，实践性课程并不是天然地与专家倡导的理想课程、国家的正式课程以及可理解课程之间毫无差距。因此，在实施一项改革之际，要想使改革获得成功，或者说要想缩短教师实践性课程与其他层次课程之间的差距，必须首先着手改造教师的实践课程。

改造教师的实践课程，必须要同时改造教师的个人课程、实施课程和实际课程。由于观

〔1〕 马云鹏．课程实施探索——小学数学课程实施的个案研究〔M〕．长春：东北师范大学出版社，2001：32．

念课程对实际课程强大的影响力，某种程度上，改造教师的观念课程要先行于对教师实际课程的改造。如果反其道而行，加强教师实际课程的改造而忽视对教师观念课程的改造，势必会纵容教师在课程改革过程中，使用“以观念课程不变来应对课程改革的万变”的课程实施策略。如此，必将会将理想课程和正式课程的课程理念架空，使得课程改革的推行停留在文本文件的层面，而无法深刻、广泛地影响学生经验课程的构建。

第7章 小学科学教育面临的挑战之三： 现实基础考察

作为社会人，教师在实施课程时必然会受到所处现实社会诸多方面因素的影响。因此，现实社会的诸多方面则构成了课程实施的现实基础。

本章对小学科学课程实施的现实基础进行了考察。

7.1 研究目的

前文第5章和第6章，从师资队伍和实践性课程层面考察了小学科学教育所面临的挑战。这些研究是围绕着课程实施的现场（课堂）和现场中的个体（教师和学生）展开的，尚未对课程实施和发展的社会、文化背景等现实基础进行考察。如果研究就此止步，那么，必将违背笔者所秉承的课程复杂性和开放式课程发展的理论原理，也不足以得出一个令人信服的研究结论。

众所周知，实践性课程的实施阵地在学校，但是，生活在学校的教师和处于社会环境中的学校，时刻都在受着现实社会诸多方面因素的影响。考察科学教育的现实状况，将会勾画出现阶段小学科学课程实施和课程发展的立体图景，为振兴和发展小学科学教育提供关于社会、文化和课程发展等诸多方面的信息。

7.2 方法与样本

关于样本。样本的选择采用了方便抽样方法。利用一次考察上海市自然教学的机会，笔者访谈了其中的19位教师和4位自然教研员。样本基本情况：教师的性别为男教师9人，女教师10人；平均年龄为32.1岁，平均教龄12.4年，平均自然课教龄8.6年。职称情况：小学一级教师11人，小学高级教师8人；学历情况：第一学历中师14人，专科5人；后取学历中本科11人，在读本科2人，专科1人。专/兼职情况：专职教师9人，兼职教师10人。样本特征基本符合小学自然教师的总体情况。在所抽样的4位教研员中，有3位接受了笔者的访谈，他们的平均年龄是43.3岁，平均工作年限为23年。其基本情况和成长轨迹，见表7-1。

表 7-1 教研员基本情况

教研员	性 别	职 称	学 历（后取）	成 长 轨 迹
A	男	中级	专科（本科）	自然教师任职4年后，由前任教研员培养而成
B	女	中学高级	大专（本科）	中学老师获区教学比武奖，区教育局人事科指派
C	男	小高	高中（大专）	自然教师14年后，由即将退休的老教研员推荐

关于工具。对小学自然教研员而言，可以围绕他们的教研工作展开调查。而对小学自然教师而言，什么样的访谈内容能够揭示小学科学教育广阔而复杂的现实状况呢？笔者注意到“做中学”所提出的科学教育原则。为了推动“做中学”科学教育实验项目的实施，“做中

学”科学教育实验项目组在考察各国科学教育实践的基础上，提出了9个科学教育原则。^{〔1〕}将这9个科学教育原则与国家小学科学课程标准倡导的课程理念，以及上海市小学自然课程标准的课程理念^{〔2〕}相对比（见表7-2），可以发现，在很多方面，如面向全体学生、倡导科学探究和加强科学教育与社会和家庭之间的联系方面，“做中学”的科学教育原则和小学科学的课程理念都具有高度的共通性。

表 7-2 “做中学”科学教育原则与上海市小学自然课程理念比较一览表

“做中学”科学教育原则	上海市小学自然课程理念
1. 面向每个儿童、尊重儿童间的差异 2. 为儿童终身的学习，更为儿童学会生活奠定基础 3. 教学案例应来源于生活，从周围取材 4. 引导儿童主动探究，亲历发现过程 5. 教师是儿童学习科学的支持者和引导者 6. 采用激励性评价 7. 科学工作者和教育工作者共同进行科学教育 8. 充分动员社区和家庭的力量，支持科学教育 9. 通过现代化的互联网络增进国内和国际间的交流与合作	以全面培养学生的科学素养为宗旨 面向学生，面向生活，面向社会 以科学探究为核心，改进学生的学习方式 构建多元化的发展性评价体系

“做中学”科学教育原则更加突出地强调了教师在科学课程实施中的重要作用，强调了科学教育的开放性。仔细分析不难发现，这9个原则涵盖了对科学教师实践性课程的要求。如原则1和2可以看做对个人课程的要求，原则3是对实施课程的要求，原则4、5、6是对实际课程的要求。而原则7、8、9则倡导了一种社会的、国际性的、现代信息技术支持的科学教育。如果“做中学”进入学校，这些原则也必将指导小学的科学课程发展。那么，现实的科学教育是否贯彻了这些教育原则？小学科学教育呈现出一种什么样的特点？只有了解了这些，才有望勾画出小学科学课程实施的立体图景，也才能够弄清楚未来小学科学教育发展所面临的教育现实状态。于是，笔者将科学教育原则作为设计访谈提纲的一个重要来源和参考。

访谈的种类很多，笔者采用的是半结构式访谈方法。访谈提纲是由笔者事先拟定好的一系列结构式问题组成的，提纲上只有问题而没有答案。对一线教师采取了面对面的访谈形式，对自然教研员的访谈采取了电子邮件访谈形式。在访谈提纲设计出来以后，对问题和访谈程序进行了先导性试测。熟悉了访谈程序并对发现的问题及时做了修改和调整。删除了一些问题后，形成正式访谈提纲，于2007年10月下旬至12月上旬实施了访谈。

7.3 数据的搜集、转录与整理

在访谈教师时，通过笔者的提问、教师的回答，有时还有笔者的追问，来搜集教师们对于所提问题的回答，作为研究数据。在面对面访谈中，笔者首先对受访教师接受访谈的行为表示谢意。其次，用诚恳的语气简短地介绍了自己及本次访谈的目的。会面后没有立即开始提问，而是了解了一下他们学校的科学教师情况，说明来访的目的和意义后，才正式访谈。在正式访谈阶段，基本上是由笔者来控制访谈话题，使其始终围绕中心。对教师的回答笔者尽量保持中立态度。最后，再次对受访者的合作表示诚挚的谢意。

〔1〕 刘少文，柏毅，朱志启．“做中学”科学教育项目简介〔J〕．学前教育研究，2003（3）．
〔2〕 上海市教育委员会．上海市小学自然课程标准〔M〕．上海：上海教育出版社，2004：63-65．

在征得受访者同意的情况下，笔者对访谈的过程录了音。每位教师计划访谈 10 ~ 20 分钟，有部分教师的访谈时间超过了 30 分钟。整理数据时，首先将 19 位教师的原始访谈录音资料转录成文字稿，并伴随录音对文字稿进行了几番核对。男教师的语速一般较缓，核对和转录都不怎么费力。女教师的语速一般较快，数据核对工作进展较慢。部分健谈而语速较快的教师，其录音的核对达到了 10 次左右。一般 10 分钟的录音，完全转录好需要 8 倍左右的时间。文字稿核对后就作为文本分析的定稿。自然教研员的访谈数据，来自他们给笔者回复的电子邮件。

接下来，笔者对每个问题的回答情况进行了整理和分析。对可以定量分析的问题，对数据进行了统计；对不能够进行定量分析的数据，采取了质性分析方法。为了保持研究的客观性和避免主观性，分析时将 19 位教师和自然教研员的姓名全部隐去，用英文字母代表。根据教师对每个问题的回答，进行了初步分类。为了最大程度地保留一线教师们和教研员们的思维特征，没有对其进行任何形式的编码，而是引其原话作为例证。为了方便阅读，在引用个别教师原话时，略作了一些修改。

7.4 研究的信度与效度

对自然教师访谈的内容围绕“做中学”科学教育原则的贯彻情况进行，由于“做中学”科学教育原则揭示了科学教育的复杂性，依据此展开的调查，其结果将能够反映出科学教育的现实。对自然教研员访谈的内容，是围绕自然教研活动和课程发展展开的，可以发现小学科学的课程发展现实中所存在的问题，也可以作为对自然教师访谈的一个补充和印证。

在访谈的各个环节都按照访谈研究方法的要求去做，在处理数据时，本着客观原则。根据所搜集数据的特点，适当使用了量性分析方法以提高研究的信效度。

7.5 结果与讨论

7.5.1 访谈结果

1. 自然教师的访谈

1) 关于“面向每个儿童、尊重儿童间的差异”

笔者设计的问题是“课堂教学中您能否做到面向每个学生？”19 位教师中有 14 位教师（占总访谈人数的 74%，以下只标示比例）认为，不是每节课都能面向每个儿童，但是“大部分课的课堂教学”都能面向每个儿童。认为“完全能够”和“基本能够”面向每个学生的教师只有 2 人，均为男性。

对男女生在学习科学之间是否存在性别差异，有 4 名教师予以了否定，有 15 位教师（78.9%）提到了男女生之间有性别差异。差异的表现：9 人（47.4%）认为男生在科学学习方面表现出比女生高一些的“动”的个性，如活泼、好动（活动的参与程度高）、敢做（胆子大、敢动手）等；6 人（31.6%）认为男生的动手能力比女生强。其中一些教师认为，女生在科学学习方面表现出“静”的个性，上课比男生“乖”、细致和仔细，在做记录和管理小组成员上比男生做得好。仅有 2 人承认男孩子对自然科学的兴趣高于女生，如 K 教师认为“在科学方面，男孩子比较活跃，女孩子对定论的东西比较好一些。但真的让争论，还是男

孩子好一些”；G 教师说除了性别差异以外，还有家庭和幼儿园的差异。

“针对学生的差异，教师会采取哪些措施？”9 人采取了口头“鼓励”和“表扬”的方法，1 人（担任低年级科学教师）采取了“荣誉”奖励的办法，2 人想到了分组管理的办法，1 人采用了“小教师”的办法，1 人采用个别指导和档案袋的评价方法。

为了了解科学课堂上教师对教学节奏的控制程度，笔者设计了这样的问题：“会不会经常遇到学生很活跃、自己驾驭不了课堂的情况？在哪些方面驾驭不了？”5 人回答一般不会有这种情况出现，14 人认为偶尔会出现这种情况，其中有 4 人认为驾驭不了学生纪律，4 人认为驾驭不了学生的情绪，还有 5 人认为是教师课堂组织方面出了问题。1 人认为是学生特殊。E 教师认为在科学课上，女教师的应变能力不如男教师。她说：“我觉得是应变能力，女教师有可能不如男教师。为什么应变能力不如男教师呢？有些知识有可能我也知道，但活动多，时间不够用。活跃了以后，控制课堂纪律还是能收得住的”。关于教师无法控制教学节奏这种情况出现的年级，有的教师认为是高年级（G、M），有的认为是低年级（D、F、J）；T 教师认为这是因为学生太活跃，兴趣太高。

在动手做的课上，学生自己有东西做，（高兴得）收不住。但是也有一些学生不感兴趣。不是每个人都对科学感兴趣。

有位教师坦言，在自己执教的班级中，高年级学生的问题会逐渐下降，他说：

在我执教的年级中，低年级偏多。低年级学生有一个特点，就是很喜欢问教师问题，而高年级学生一般向教师询问的就比较少。

当我追问，是什么原因造成这种局面时，这位教师说：

因为有些学生从一班级开始就是我教的，到高年级后我就发现，这些学生的上课积极性，在科技课中好像下降了。

J 教师认为越到高年级学生越不活跃，与生源可能有关系，也与学生考试压力大有关系。

2) 关于“为儿童终身学习，更为学会生活奠定基础”

笔者设计的问题是：“您认为自然（科学）课堂能够为儿童终身学习和学会生活提供哪些帮助？”教师们的回答可谓五花八门：

把学到的知识和生活做一个桥梁（E 教师）；科学课上培养孩子们的观察能力，对他们的生活有帮助，还有动手能力（D、B 教师）；为今后学习打基础，是一个科学启蒙学习，能够解释生活中的一些现象，为今后学习做铺垫（C 教师）；让学生学到了与生活中有关的知识，对一些现象进行分析（I 教师）；自然学习可以培养爱科学的一种兴趣（A 教师）；让学生感觉到科学就在身边，科学是由科学家创造的，感觉到科学对人类的帮助（M 教师）；使孩子们更加关注周围世界的问题，利用自然课上的观察、比较、模拟和对比实验等有意识地研究自然问题（G 教师）；自主探索，自主学习的能力，会了，会终身会的（K 教师）；对发展学生的思维帮助更大，比数学更好一些，培养学生的发散思维、创造性思维（L 教师）；科学思想，实事求是，让学生有一个健全的精神和人格，至少不是一个随便说谎的人（N 教师）；帮助学生养成严谨的生活作风（P 教师）；激发学生探索兴趣，在自然学科中培养学生探索的方法，提高学生的科学素养（Q 教师）；非常多，如学习方法、态度，更重要的是精神和意识（R 教师）；培养学生的品德和良好的行为习惯（T 教师）。

3) 关于教学案例开发

笔者设计的问题是：“在科学教学中是否经常开发教材中没有的案例？”有几位教师问到了“开发”的意思，笔者向他们解释说，就是设计一些教材中没有出现的活动。① 有 1

位教师认为“那是专家的事情”；②有4位教师说自己不经常或者不开发教材中没有的案例；③有1位教师谈到了教研室平常搜集废物的习惯，为开发科学课案例积累物质资源；④回答“经常”或“有时候有”的教师有14位（73.7%）。那么，开发教学案例时遇到的困难是什么？14位教师中有4人提到了缺少时间，有4位教师提到了需要专家来指导，1位教师认为是资源问题，如教参不完整，一些教具、学具之类的东西非常不完善。其余5位教师将设计教学案例的困难归于外界因素，如师范时没有学过自然科学，或资料欠缺等。

因为受访教师平均教龄达到了12年，这样的教师已经掌握了基本的教学技能和技巧。在教学中遇到的来自科学专业方面的问题要比教学方面的问题更多。所以，笔者还设计了一个问题：“在教学中遇到科学专业知识方面的问题时，您会采取何种措施来解决？”他们的回答见表7-3。

表 7-3 在教学中遇到科学专业知识方面的问题时，所采取的解决措施（n=19）

措施	上网查资料	查资料	看书	看参考书	请教专家	请教同事	请教区教研员	参加定期培训	教研组讨论	其他
人数（人）	14	6	7	2	2	9	5	2	4	1
百分比（%）	73.7	31.6	36.8	10.5	10.5	47.4	26.3	10.5	21.1	5.3

有14位教师选择了“上网查资料”，其中有2位教师指出，网上的东西也不全正确。K教师遇到网络搜索不出来的问题时，她经常会上一些专业的论坛发帖向人请教，以寻找问题的答案。6位教师选择了“查资料”，E教师用了“搜集资料”一词，搜集的资料包括多媒体资料，其他教师没有明确指出通过何种渠道查资料。“看参考书”的有2位教师。“看书”的有7位，其中S教师明确指出看“科学杂志”，E教师明确指出喜欢看儿童版的“课外书”，T教师明确提出要看一些系统介绍科学知识的书籍。“请教专家”的有2位教师，其中J教师采取了“打电话请教专家”的方式。“请教同事”的有9人，S教师认为“能够请教到好的教师真的是很困难的”。“请教区教研员”的有5位。“参加定期培训”的有2位，J教师经常参加华东师范大学组织的科普活动的培训，T教师经常参加一些教师培训活动。选择“教研组讨论”的有4位教师。L教师谈到了看电视，他会经常看中央电视台的探索发现节目。

4) 关于探究教学

笔者设计的问题是：“您认为探究教学的关键是什么？”2位教师坦诚地承认“不知道”。仅有6位教师（31.6%）的回答显示了他们对于科学探究的较为合理的看法。

有1位教师提到了“有结构的材料”，^[1]这是美国著名儿童科学教育专家兰本达教授所倡导的一个用于科学教学的概念。

有结构的材料，方法的指导很重要。改成两节课，高年级学生的话，35分钟的课时讲课不充分，我们可以在规划教学任务时，灵活性大一些。（G教师）

1位教师提到了控制变量的方法。

尝试、失败、再尝试。就科学课来说，我们国家条件还不是很好。有些简单的实验，应该先学会一些科学方法，做假设、提出问题、控制变量等应该要体现。特别是发现方法，学会方法。（L教师）

[1] 在下一个问题的回答中，R教师也明确地提到“有结构的材料”；E教师将其说成是“各种各样的素材”。（作者注）

有1位教师提到了假设—设计—实验—用实验验证—再假设的方法（过程）。

老师在进行探究时，更重要的是引导，引导探究的对象、方向和过程。一堂课上可以出现很多现象，但只有一个主题，而学生的思维是发散的，有的对这个问题感兴趣，有的想弄清楚另外的一个问题。这两种想法都没有错，但一堂课只能有一个是主要的。此外，现象确定了，但该从哪个方向探究？就是学生通过探究得到什么样的结论。这个用更专业的术语，就是课前要做一个假设，然后朝着这一假设来。假设，设计，实验，用实验去验证。（R教师）

有1位教师提到了教师对于问题的归类策略很重要。

教师要有问题意识，如果问题比较混乱，教师要归类。对于在探究过程中产生的问题，要能够知道我如何解决这个问题。（T教师）

有1位教师提到教师的探究能力很重要，学生的探究能力不是天生的，需要长期培养。

教师的探究能力很重要，要知道哪一个是探究的关键，如有益的、知识方面、能力方面的。还有，学生的探究能力不是天生的，也不是一节课能够做到，需要长期慢慢地培养。技术是这样，探究也是这样的。……如果可以做实验，首先选择实验，在实验中对比，可以控制变量，说清楚问题。这次实验可以达到什么目的，下一次怎么做。所以说，自然课蛮难上的……（K教师）

有1位教师认为让学生经历探究的过程很重要。

对小学生来说，重要的还是经历这个过程，哪怕是经历了一个错误。（M教师）

5) 关于教师如何支持儿童学习科学

教师们的回答可以分为两类：一类是给出了在学习科学的过程中的帮助，有8位教师。这些教师所采取的措施有：鼓励和多给学生操作的时间（C教师），不断鼓励、表扬（S教师和A教师），给学生充分的时间（M教师）、丰富的空间和指点学生到哪里去找资料（L教师），帮助组长建立威信（N教师）等。另一类是对学生学习科学课程的帮助，提供这方面帮助的教师有10位。其中，有5位教师提到了课后的帮助，如与学生交流、回答学生的疑问、带领学生参加竞赛等，如G教师提出在科学课时内带领孩子们去图书馆等地方；另有5位教师谈到了课前的帮助，如准备充足的材料或提供多元化的网站。

E教师认为在学生学习科学时，她会提供的帮助是课前寻找各种素材，但不是随便什么东西都能够被用来作为“素材”。E教师认为素材要经过筛选，要选典型的。例如，讲光的反射时，她选的材料就是两面不光滑的、两面非常光滑的、一面光滑另一面不光滑的镜子，让学生在摆的过程中发现现象的不同。E教师自己可能没有意识到，她的做法与兰本达在“探究—研讨”教学法中倡导的“有结构的材料”不谋而合。还有一位R教师明确地提出了“有结构的材料”，这又是一个令人惊喜的见解。笔者专门向他请教了“有结构的材料”的含义。

R：一个是鼓励性，另一个是给儿童有结构的材料。

W：有结构的材料是指什么？设计好的、组织好的？

R：就是设计好的、组织好的。

W：那有没有想过就给学生没有结构的材料？

R：不，没有结构的材料就是另外一个问题了，这样的课就是创新，就是设计。

6) 关于评价

笔者设计的问题是：“在课堂教学中，通常情况下您会采取何种评价措施？”12位教师选择了口头“表扬”和“鼓励”的评价方法。依赖于评价单、学生成长手册、活动作业的有3位教师。E教师创立了“盖章”评价法，图章如图7-1所示。她说：

根据每个学生的表现来盖章。不是搜集了资料就能盖的，还要求学生们用自己的话介绍给其他学生听。一节课五课时，如果盖了五个章，说明这个学生每节课都在发言。盖章分为发言章、动手章、搜集章，我对每个章都是有要求的。根据学习节奏，每一节课上课都盖章。我只要看一下封面目录，就知道他的学习进度了。



图 7-1 E 教师用于评价学生学习的自制图章

7) 关于科学教育需要科学工作者和教育工作者共同参与

笔者设计的问题是“有没有驻校的科学家或者科学教育工作者经常与您探讨科学知识方面的问题？”这里的“经常”，笔者将其定义为一周一次，这样的工作方式称为“驻校”。参与访谈的 19 位教师都回答“没有”。有位教师提出：

如果向学校派一位驻校的科学家或者科学教育工作者，不大可能。如果他（她）一周去一个学校，那么他们的本职工作还怎么做？如果就是以指导学校的科学教育为职责，那么，学校给不给报酬？给多少合适呢？

8) 关于充分动员社区和家庭的力量，支持科学教育

笔者设计了这样的问题：“在教学中，您是否会经常动员社区和家庭的力量来支持您的科学教育？谈一谈您的方法和收获。”

关于社区。在所访谈的教师中，有 4 人明确说“社区和家庭的力量在科学教育中的作用非常重要”，有 1 人说比较重要，但是都没有详细阐述这个作用。当被问及是否经常带领学生到社区中的科技场馆，或请社区中的科技工作者来学校和教师一起进行科学教育活动时，绝大多数的教师回答这样的事情他们做得很少。K 教师提到了会与居委会联合，由少先队开展一些环保的工艺活动和宣传工作，但没有单独开展科学活动。R 教师说“社区基本上不动用，没有能力”，这解释了科学教育不与社区合作的一个原因。H 教师提到了与社区联合搞一些宣传活动，但是并不是经常性的。T 教师和所在社区科技馆的工作人员非常熟悉，所以他会带领孩子们去那里上课，由于害怕那里的工作人员对孩子们上课，每次去科技站，都是由 T 教师给孩子们上课：

去科技馆上课，他们那里不收费，也没有教育任务。我们去参观，他们也可以讲解。但怕他们不会针对孩子进行讲解。所以去那里集中上课，还是我来讲，他们来准备。这样讲课对孩子帮助肯定大。（T 教师）

其他的教师表示即使学校附近有科技场馆，也不带领孩子们去参观，更不用说是上课了。

关于家庭，教师们提得较多。有 8 位教师提到了上课时 would 动员家长来参与。T 教师的话肯定了家长在科学教育中的作用：“很多活动都需要发动家长。”教师发动家长，主要是协助

教师完成一些科学作业，帮助教师完成一些难以完成的教学任务，或者向教师提供一些教具等。

开家长会，出科学小报，让家长了解科学课的教学。(Q 教师)

对于一年级小组，先写一封信，由孩子去告诉父母需要购买哪些工具，如蝌蚪等。(M 教师)

有时教学任务自己完成起来有困难，如果请家长帮助更容易完成。例如我上“种子”这节课，苍耳找不到，最后发动学生，请家长帮助来找。(P 教师)

我以前讲光的反射，需要红外线灯，正好有个学生的家长在灯具厂，就解决了这个问题。(E 教师)

R 教师说：“家长主要帮助搜集资料。或者布置一些实验在家里进行。”当我追问是否是实际上给家长布置任务，R 教师说：“不一定，这样的任务是比较简单的。”当被问及有没有孩子家长是科学教育工作者，请来学校帮助时，R 教师回答说：“目前没有。学校有时会请家长来给教师做报告，讲课则没有”。

为了进一步深入了解教师与家庭之间的科学教育的互动效果，笔者还设计了这样一个问题：“学生在课堂上的活动能够延伸到课外吗？”所有的教师都认为课堂上的活动可以延伸到课外，这些活动可以分为种植、观察和养殖等活动类型。6 位教师提到了种植活动，如种植种子和种植牵牛花、胡萝卜等。例如：

五年级第一单元非种子繁殖，上节课的扦插，回家做实验，让学生拍下实验过程。问学生：为什么有些植物用种子繁殖，有些植物不用种子？用种子繁殖的和用非种子繁殖的有何不同？其他方式繁殖的，像马铃薯，看看它们长得是否一样？(E 教师)

比如说像我们这个学期学习种子，就是回家种了以后，观察它有什么变化。学生观察时我会发给他们表格，然后每天要观察。观察它的芽是朝向哪个方向长的，还有发芽以后，根的生长情况如何，要学生有一个记录。(P 教师)

有 2 位教师布置了观察活动。

像低年级学生经常会搜集生活当中的一些废旧物品，做一些科技小制作。甚至搜集一些树叶，做叶贴画。(F 教师)

比如我们上植物课，观察植物的根、茎、叶，然后观察植物叶的形状。那么，我会让学生回去观察，有可能的话，用叶子拼成一幅画。后来有学生会拿给我看，很漂亮的。(C 教师)

G 教师布置的任务包括了种植和养殖等活动。

T 教师认为家长不重视科学作业，希望将课外的活动纳入到考核体系中。

9) 关于计算机和图书在科学教育中的作用

教师们对计算机的讨论多一些。有 2 位教师明确主张不让学生使用计算机。

计算机不是每个小朋友都能用的。在计算机房上课也有麻烦，其实学生亲自动手去做比查资料更有收获。学生自己上网会带来一些其他的问题，一般不主张学生上网。(Q 教师)

学生喜欢上网，上网玩游戏的很多。对于科学课，能动手做的，就不要用计算机。(T 教师)

有 2 位教师说教室里没有计算机。有 3 位教师说学校里有计算机，但是学生上课用不到。对于学生来说，一般性的课堂教学肯定用不到计算机。(D 教师)

教室里有一台计算机，教师用，有时学生也会用，但是有时会担心使用计算机的负面影响，所以不会频繁地使用。(F 教师)

有 7 位教师谈到了使用计算机在网上查阅资料。
主要是搜集资料，我会建议他们使用计算机或查阅图书。(N 教师)
K 教师认为计算机更新比图书快，经常带领学生在计算机房里上课。他还设想建立一个博客作为师生交流平台。
关于图书，有 1 位教师提到了学生家里面比较欠缺，学校图书馆开放的时间也很有限。
R 教师认为，计算机和图书的作用都是搜集资料，它们是学生获取资料的重要途径。

2. 教研员的访谈

在中国，教育行政部门内部设立了教研室，负责对中小学各学科的教学研究活动进行指导和研究。

1) 自然教研员的主要工作

在自然教研员看来，他们的主要任务和核心工作是“研究”，具体工作见表 7-4。

表 7-4 区自然教研员的工作任务

A 教研员	我认为主要的工作任务是：研究、培训、服务、指导、促进。核心工作是研究与指导
B 教研员	我的工作任务是：研究、指导、服务、管理。核心工作是研究
C 教研员	工作任务是：① 帮助教师理解教材；② 指导教师进行改进教学方法的研究；③ 组织教师开展教学自主研究活动；④ 培养学科青年教师。核心工作是培养一支有能力、有特色、会创新的具有较高教学水平的自然教师队伍

2007 年，这些区自然教研员组织了一些区级教研活动。

A 教研员：(1) 组织集体备课、听课、课后反思、交流研讨、点评；录像课观摩；专家讲座等。以“科学探究为核心提高课堂教学有效性”为主题的课堂教学系列研讨活动。(2) 以“以学科整合促进生命教育进课堂”为主题进行课堂教学研讨活动。(3) 以“科学探究与自然教学”为内容的自然任课教师 240 培训班。^[1]

B 教研员：(1) 教材教法，指导教师上研讨课，并组织教师进行关于教材教法的研讨。(2) 围绕课题“问题与学生探究方式”，组织课题组老师研究，并在各教研活动中进行实践。(3) 专题研究：针对学生学习单的设计组织区级层面的研究。(4) 针对常态教学中出现的问题，进行专题讨论，如：①专家讲座，请教材主编将整套教材的编写意图和框架对全区教师进行培训；请市教研室老师对教学设计做了专题讲座。②集体研讨，由教研员主持，每次分析 1 个单元，对教材的内容和学生学习经验进行分析，制定教学目标。③骨干教师培训：从如何实施有效教学开展了系列培训、实践和研讨，总结教学规律。④新教师培训：看新教师教案，发现新教师教学的困难，帮助他们分析教材、学生和学习环境等，使新教师能够很快掌握教学基本技能，并运用于教学实践中。⑤中心组老师培训：帮助中心组老师建立突破自己的目标，建立自己的教学风格，使中心组老师尽快成为研究型教师。

C 教研员：(1) 常规教研活动：研究课；课后任课教师说课；组织听课教师分组研讨；教材分析等。(2) 专项培训：组织专门的基础知识学习班，请我院中学教研部的物理、化学、生物和地理等理科教研员为小学自然教师上知识课。

2) 合格的自然教研员应具备的条件

要想成为一名合格的自然教研员，三位教研员认为应具备的条件见表 7-5。

[1] “上海市少年宫系统教师继续培训工作”的简称。

表 7-5 成为一名合格的自然教研员应该具备的条件

A 教研员	(1) 要有扎实而广泛的科学知识基础和理论基础 (2) 要有强烈的热爱自然教学和教研工作的态度 (3) 要有创造性的思维和开拓性的工作方式方法 (4) 要有不断学习先进科学教育教学理念的精神
B 教研员	教研员面对的是课程和教师。对于课程，作为一名合格的自然教研员，必须从学科的本质、哲学的方法论和价值观、科学文化等层面综合思考课程，对现行教材进行客观分析，帮助教师创造性地使用教材。对于教师的成长，必须要发现教师面临的困难和需求出发，为教师提供业务上的帮助。当然，教研员自身的专业知识、专业技能和师德必须要过硬，才能起到引领的作用
C 教研员	(1) 较广的理、化、生、地理等学科知识 (2) 较强的理解能力和教学指导能力 (3) 有为他人做嫁衣的服务思想

3) 课改中所做工作、所接受的培训及其收获

在上海市一期、二期课改中，这些教研员都参与了一些工作，并且接受了相应的培训和进修，获得了一些收获，分别见表 7-6、表 7-7。

表 7-6 上海市一期、二期课改中教研员曾经参加过的工作

A 教研员	在二期课改中，我参加了对本区内自然任课教师的新教材培训
B 教研员	在一期课改中，我承担过上海市整册教材的教学目标制定，教材审定等，同时还参加过一期教材及教法的培训、上海市优秀骨干教师的培训等。 在二期课改中，我参加了上海市小学自然课程标准的制定、上海市小学自然课程标准的解读、上海市小学自然教材的编写等工作
C 教研员	在上海市一期课改的前期，我还在一线工作，由于所在的学校不是试点校，所以只是了解课改的情况，后期担任了教研员，就担负了一些课改的指导工作。二期课改开始，我参加了新教材的编写工作，同时担任了市试点指导工作，被市教学仪器装备部聘请为《小学自然实验室配备标准》评审专家等

表 7-7 二期课改中，教研员接受过的培训或进修、所学课程与收获

A 教研员	接受了上海市的自然牛津教材的新教材培训、上海市“生命教育高级研修班”的学习。在培训中没有正规的培训课程，均是通过一些教学观摩、交流研讨、讲座报告等学习形式接受培训。在培训中了解了国外一些先进的科学教育的理念和科学教学的方法是我在培训中最大的收获
B 教研员	接受了二期课改新教材的培训和教法的培训，同时还接受了上海市教研员老师关于科学与哲学、科学的本质等专题培训。使我收获最大的是上海市教委教研室老师的系列讲座，让我对现行小学自然课程的定位、小学自然课堂教学的有效性研究重新思考，同时对教研工作的重点有了明确的方向
C 教研员	“培训者培训”、“课程标准的解读”等。收获主要是对本学科二期课改的基本理念、基本要求等有了比较清楚的认识，知道了作为教研员，应把指导教师开展教学方法的研究，改变以教为主的传统教学方法作为教研工作的重点

4) 自然教研员为一线教师所提供的帮助

为了更加深入地了解新课改中自然教研员为一线教师提供过哪些帮助，以及自己做了哪些研究工作，如何将这些研究成果运用到本区自然教研活动中去，笔者将他们的回答汇总，结果见表 7-8 ~ 表 7-10。

表 7-8 新课改中自然教研员为一线教师提供过的帮助

A 教研员	常规性：备课、实验设计、活动方案设计、教学具制作、论文修改、课题研究、案例搜集等 创新性：建立了近 1000 个小时，容量为 200GB 以上的“小学自然教学数字视频资源库”，以光盘为载体的素材包下发到每个学校的自然任课教师手中，为一线教师提供了大量的课程教育资源
B 教研员	提供的帮助有：指导课堂教学的实践；帮助他们设计教案；引领他们研究；帮助教师总结经验
C 教研员	新《课程标准》的解读；教材分析；教法指导；教学实践指导；学科知识指导、实验操作指导等

表 7-9 新课改中对小学自然教育所进行的专题研究及其成果

A 教研员	以“自然教学中的问题策略”为内容开展专题研究；以区重点课题《小学科学探究活动项目开发与实践的研究》为内容开展研究；以“自然学科教研组建设和青年教师的培养工作”为内容开展研究 《抓住生命世界的五大主题，开展小学科学教学中的生命教育》发表于《思想理论教育》杂志；《以学科整合为突破开展科学探究学习》获得全国科学教育学会论文评比二等奖
B 教研员	新课改中，对在学生的探究学习中教师如何起到主导作用进行了专题研讨。申报了中国教育学会小学科学教育研究会的课题《学生尝试学习中的教师指导研究》，课题荣获一等奖；获得的成果是：学生探究时的指导策略；不同内容的探究指导模式
C 教研员	合理运用教材，创造性的设计教学活动方案；怎样组织导入教学，激发学生学习兴趣；怎样组织、指导学生开展探究学习

表 7-10 新课改中，如何将自己的研究成果运用到本区的教研工作中去

A 教研员	通过以上一些专题研究所取得的成果，借助建立备课组、成立课题组、开设讲座、网上交流、组织 240 培训、联片教研等形式将其渗透于日常的教研指导与培训中。特别是“科学探究活动项目开发与实践的研究”成果为基层教师在备课过程中提供了大量的科学活动方案设计思路与案例
B 教研员	我们的教师在上海市教学比武中荣获一等奖，在全国教学比武中获一等奖；研究成果在推广运用
C 教研员	这些研究，本就是结合一些教研活动，与学科教师在实践中共同研究和进行的，并在区级教研活动中加以介绍和推广

7.5.2 讨论与分析

1. 科学课程的实施显示了浓厚的“知识教育”色彩

仔细分析教师们的回答，可以强烈地感受到科学课程实施充满了浓厚的“知识教育”色彩。

第一，表现在学生学习科学的差异性上，最受教师们关注的，也是出现频率最高的是学生“知识”方面的差异。当被问及儿童在学习科学时的个体差异表现在哪里时，10 位教师（52.7%）认为学生个体之间的差异在于“知识”方面的差异。他们使用了“知识面”、“知识量”、“信息量”、“课外知识丰富度”、“课外知识”、“知识基础”、“看书多，见识多”等词汇来描述学生个体之间的差异。

第二，在儿童学习科学时，教师们为孩子们提供的帮助中，提供“确定性知识”和“言述知识者”甚多。例如，给学生充足的、感性的材料、图片、文字和实物等（Q 教师）；下课解答问题（D 教师）；准备一些材料，有的不是动手做的，主要是看的，课堂上又不能看得很清楚的，会给学生看一些资料，动物、植物，开发一些影视资料。这方面资源比较少，都需要自己去外边找（C 教师）。没有人想到要为孩子们提供科学方法上的帮助。

第三，教师如果在课堂上遇到学生的挑战，那也是来自知识方面。R 教师认为自己很少遇到驾驭不了课堂的情况。如果有，就在于知识方面，对学生的知识爆炸预计不足。她说：“知识方面，就是在备课时低估了学生的知识，上课时很快就上完了，对学生这个方面知识爆炸，预计不足。”还有，教师们在学习中遇到困难时，所采取的求助措施（见表 7-3），所能够解决的基本上都是“言述知识”方面的问题。例如，选择上网查资料（73.7%）、查资料（31.6%）、看书（36.8%）、看参考书（10.5%）等获取“言述知识”的教师累计达到了 29 人次。

第四，计算机和图书的应用不广泛。当计算机运用于课堂教学时，又多用于查阅资料。

而不被当做科学学习中处理数据的工具或者其他的用途。

第五，评价方法单一。教师们所采取的即时表扬和鼓励的评价方法显然更适合于课堂上学生正确回答教师们的提问和按照教师的要求去做事情。没有发展出条文性的评价措施（G 教师）。

2. “科学探究”是一个停留于口头上的口号，还没有表现在教师的行动和教师思想中

《上海市小学自然课程标准（试行稿）》提出小学自然课程的总目标是使学生：^{〔1〕}

对自然事物和现象充满好奇心和探究兴趣，养成注重事实的科学态度和良好的行为习惯，养成热爱自然、珍爱生命的情感和态度；体验基本的探究过程，学习一些基本的探究方法，初步掌握一些基本的操作技能；获得一些浅显的自然科学知识，并尝试将所学的科学知识和方法应用于日常生活。

这明确提出了探究教育的目标在于培养学生的“探究兴趣”，让学生体验“探究过程”，学习基本的“探究方法”。教师应当熟知科学探究方法及其过程，而现实的情况怎样呢？

研究显示，教师对于科学探究的方法认识不清楚，这与前面的调查结果是相吻合的。关于科学探究教学的关键，在前面列举了其中一些接近科学本质的教师的回答。大部分教师的回答，没有切中问题的实质，如不少教师认为关键是学会“方法”，但对方法的看法却五花八门，如“学会一种探究的方法”（A 教师）、“一个是兴趣，还有一个是方法”（D 教师），当我追问方法是什么时，D 教师坦诚：“自己学的不是自然教育，对科学方法不是很了解。所以，特别需要一些自然知识方面的培训，多看一些这方面的书籍，多参加一些教研活动”。E 教师说：“我觉得首先是学生敢想敢做，教师要适当地引导。知识如何学到呢？通过记忆吗？有些内容可以探究，有些内容强求也不可以探究，如地球、月球，关键是学会一个方法。F 教师认为要“教会学生一种方法——思考问题的方法”。其他如：

“让学生学会观察、学会动手。让学生动起来，做错了也没有关系。”（B 教师）

“面向全体学生，让学生学习科学过程，学习如何观察、如何实验。”（H 教师）

“注重培养学生对科学的感悟过程”。（I 教师）

“关键是要让学生敢想、敢做，有想法。虽然不能像科学家那样有想法就能做出东西来，但要有初步的想法。”（S 教师）”

研究还显示，在进行探究性科学教学的教学设计时，教师遇到了来自教材和自身能力相对薄弱的挑战。就上海市小学自然教材不同版本的使用情况，以及实施中所遭遇的问题，笔者利用电子邮件对某些区的教研员进行了访谈。表 7-11 所示是 3 位教研员对本区使用教材情况的一个介绍。

表 7-11 3 区县教材使用情况

A 教研员	我区在两次课改中，使用了由上海市自行编写的一期课改教材和由上海远东出版社、牛津大学出版社出版的《自然》牛津（上海版）二期课改教材。所以我区在平行时间内没有采用两套以上不同版本的自然教材
B 教研员	我区在二期课改开始试验时，使用了远东出版社的（牛津版）自然教材，在科教版教材出来后，我们试用了此教材
C 教研员	从 2007 年 9 月起已经基本统一，除个别学校的个别年级使用如《科学与技术》、《现代科技》等教材外，都使用《自然》（科教版）

关于教材使用中遇到的问题，有 2 位教研员做了回答。A 教研员认为：

〔1〕 上海市教育委员会．上海市小学自然课程标准（试行稿）〔M〕．上海：上海教育出版社，2004：66.

通过7年多的新教材使用，大多数教师一致反映牛津教材知识内容新、知识面广、知识点多、深度适中，符合小学教育要求。教材内容来自于学生看得见、摸得着的现实生活，与学生实际生活相吻合，易与学生产生共鸣。牛津版自然教材的特色是：第一，牛津版侧重于激发儿童好奇心和想象力，而不是片面强调传授多少系统性的知识和概念，系统性的知识是可以放在中学分科教育阶段去讲授与加强；第二，牛津教材注重用科学的规范方法讲授科学，在传授知识点时，无论知识深浅，坚持儿童实践科学认知的一些步骤，即观察—提问—假设—实验—讨论全过程的参与，并在教学中通过设计一系列的实验活动达到这样的教学要求；第三，以儿童的认知特征为出发点，强调不同年龄段儿童的理解力和领悟力的差异，避免直接导入理性和逻辑的方法框定孩子的思维空间。

问题：

(1) 新教材没有像老教材所提供的实验方法，教师的可操作性较差。

(2) 新教材中还存在一些知识性错误的地方。

(3) 教材提供的图片缺少本土化。

(4) “三无”，即无配套的教具与学具，无配套的音像资料，无针对性强的投影，因此课前的准备工作相当大。

(5) 人多：新教材的试验需要一个与之相适应的小班化的教学，如何在每班人数都超过45人的大班中进行教学，这无疑又带来了新的困难。

B 教研员认为：

远东出版社的（牛津版）自然教材，由于只提供了内容，所以在试行过程中教师面临设计教学活动的困难。科教版教材的特点是以活动形式呈现，现在试用下来，教师对活动的目的不是很清楚，所以还得进行教材内容的梳理。

在访谈中，笔者也发现，在开发探究性的活动案例方面，使用过或者正在使用牛津版《自然》教材的教师们回答“经常”开发的比例要高于使用科教版的教师。他们对开发教学案例所遇到的困难，感受也最深。G 教师发现了两种自然教材的优缺点。他认为：“教材是牛津的好，科教版不可操作。……科教（活动）记录设计得好。”教授《自然》牛津版的 C 教师说：

活动设计不出来，目标不明确，挺盲目的。牛津教材还有一个特点，就是有些内容，如动物、植物，一年级学，二年级学，三年级还要学，四年级也有。有的知识，如一年级上的是植物，了解根、茎、叶、花，到二年级还是这些内容。那么，一年级时就不知道该讲到哪一步了。

教师在开发课程案例遇到困难时，所能采取的措施主要是查阅资料，而很少自己动手去探究。延伸到课外的活动，几乎都是观察类的活动，而几乎没有在学校里做不了或者需要家长协助的动手做的实验。虽然有少数教师会在教学中运用科学方法，但是他们只是无意识地去运用，而不是有意识地或下意识地去运用。例如：

如果做实验，我有时会设计一些观察活动，让学生记录，如比较两棵小草。（D 教师）

由于培训缺位，教师在科学探究教学的认识上还存在一些错误。科学教学的关键是科学概念转变，这个转变的过程其实也是科学教学的过程。但有教师认为学生的概念转变是一个自然而然的过程：

不准确定义并不是重要的，通过一节课上的学习，他们会自然而然地在脑海里形成准确的概念。（A 教师）

由于教师们还未能掌握基本的“探究方法”，很少有人能够体验到“探究过程”，大多数

教师关注的还是学生的“知识”差异而不是学生在“探究兴趣”上的差异，致使课程目标难以得到落实。

3. 课程发展处于实际需求与培训相脱节状态

从上面自然教研员的回答中，可以看出他们工作相当努力。配合新课改的实施，教师们自己的任期内开展了大量的教研和培训活动。比起其他地方教研员形同虚设的状况，上海市的自然教研活动开展得有声有色，体现了上海市良好的教育工作环境。毋庸置疑的是，这些自然教研员开展的教研活动，对于推动上海市的新课程改革确实起到了一定的作用。但是，现行的教研制度远远不能满足课程发展的需要。

(1) 课程开发者缺位于课程发展，而自然教研员在课程发展中的角色不明确。前面提到，课程发展系统是由课程开发者、课程培训者、教师与学生、课程的教学管理者和课程的评估者组成。如果课程开发者即是开发者也是课程的培训者，那么必将有利于课程改革的实施。但是，实际的状况却不是这样。在所调查的3名教研员中，只有1位教研员（见表7-6）参加过课程开发工作。据估计，上海市其他区县教研员也很少有人参与课程开发工作。这造成了课程开发者缺位于课程发展的局面。自然教研员实际承担了课程培训者的任务，但是他们却认为自己的主要工作是“指导”和“服务”于一线教师。可见，自然教研员在课程发展中承担何种角色，实际的需要和教研员的自我认识是有差异的。

(2) 自然教研员为教师所提供的帮助在教学方面多于课程方面。从表7-7所示可以看出，自然教研员所接受的教学方面的培训要多于课程方面。从2007年自然教研员开展的教研活动、表7-8所示的为一线教师提供过的帮助及表7-9专题研究中可以看出，自然教研员服务和指导的重点还在于“教学”方面。A教研员和B教研员两个人都对自然教育进行过专题研究，而且也都取得了研究成果。A教研员对一线教师的支持在于课程资源方面，B教研员将指导和研究的重心放在了教师的实际课程和教师教学策略方面。教研员们认为教研员的核心工作是“研究”，这些研究绝大多数情况下指的是“教学研究”而非“课程研究”。

(3) 教研活动与教师实际需求相脱节。前面研究显示，在个人课程方面，教师们最缺乏科学方法的本体性知识；实施课程方面，教师们探究性科学教学的教学设计能力薄弱；实际课程方面，教师会采取“以不变应万变”的实施策略，因为他们在科学方法的教学方面显得先天能力不足。实践性课程的培训应当是课程实施的关键所在，但是相关的培训内容，还没有列入自然教研员的研究和工作范畴中。

在访谈开发教学案例所遇到的困难时，L教师指出：“困难在于一个‘度’的问题。让你找材料，都可以办到。实际上，对于每个年级的学生认识到一个什么水平，好多专家都没有研究透。”这确实是教研员们应当着力研究的一个问题，如果他们的核心工作任务是指导和研究一线教学，那么来自教育行政部门的培训和教研活动，对于解决教师在探究性科学教学方面的疑问和提高他们的探究性科学教学的能力方面，就显得有些力不从心。因此，可以谨慎地判断，这些教研活动与教师的需求是相脱节的。

4. 教师们还没有建立起来研究学生及学生的科学概念学习规律的意识

访谈中，笔者设计了这样的问题：“你会观察和研究学生们的科学课堂上的言行吗？”17位教师都回答会观察学生在科学课堂上的言行。至于采取的方式，教师们谈得不多。B教师说：“一般来讲肯定是会观察的，观察他们的眼神，看是否全神贯注。”当被问及是否会将观察到的结果，以及学生的问题记录下来时，S和T两位教师表示有时候会专门记录下来。S教师说：“观察他们的言行，记录他们的表现，通过教学案例的方式来记录，有些教学案例已发表。”C教师表示偶尔会记录下来。B教师所采取的策略是学生提的问题，一般都当堂回

答。如果学生下课后还会问，他会上网查找答案。更多的教师选择了“记在脑子里”，如 D、E、H、J、K、L、M、N 教师，都会把学生的问题记在脑子里，有的教师会在下课以后想一想，在教后反思时记录下来。R 教师认为：“如果是精彩问题，就记下来，搜集的不多，大部分学生说的是与课堂无关的话，这些问题如何研究？”R 教师说一个是事后找学生交流，问“为什么你不感兴趣”等问题。当笔者问到有没有想过记下学生的问题，然后长期观察三年级、四年级的学生是否有差异时，R 教师说：“有这个发现，但没有主动去做。”E 教师说：“课堂上学生的问题，有可能会记在脑子里。你今天这么讲，我觉得有这个必要。你今天提醒了我。”

5. 学校与社会之间基本上没有形成良性互动

从教师们的回答中可以看出，小学科学课程基本上是局限在学校里实施的。除了与家庭的互动以外，教师们很少，也没有能力（R 教师）主动地与社区联合进行科学教育。现有的校社互动，基本上是在社区主动、学校被动的情况下完成的，而仅有个别教师凭借自己的“人脉”将学校科学教育扩展到了社区。在家庭的互动中，又以完成一些长周期的种植、养殖任务为主要任务。这些活动本该就在学校和教室里完成，却由于各种各样的原因，被自然教师布置给学生带回家去做。上海市有着全国最好的科技展馆和很多大学，小学教育却无法利用这些资源开展科学教育。

值得一提的是，英国有着深厚的科普教育传统和独特的科普文化。早在英国皇家学会创立之始，皇家学会就将向公众普及科学知识作为它的一个主要职能。1826 年，著名物理学家、化学家法拉第创立了面向儿童科普教育的“圣诞科学讲座”，以唤起儿童对于科学的热爱；1831 又创立了一年一度的“英国科学节”，邀请英国及海内外的科学家和工程师向公众展示科技的最新发展和动态，举办各类专题讲座、展览、研讨会等。^{〔1〕}“圣诞科学讲座”和“英国科学节”一直传承至今，形成了英国独特的文化景象。而在上海，其所拥有的科技人才的数量和质量可以说在全国都数一数二，却没有发展起来这样一个类似的面向儿童的科普讲座。

6. 教师中的进步力量

总体来讲，教师们都能够敞开心怀，将自己在科学教育方面的所思、所想和所为介绍给笔者。使笔者得以在短期内对上海市的自然课程的实施情况有了一个较为全面的了解。从教师们的谈话中，可以感受到他们的敬业精神和对科学教育的高度热爱之情。但是，受访者无论是科学修养，还是科学教学水平和能力，也一如问卷调查结果显示的那样参差不齐。

但是，在他们当中，笔者还是发现了一些对科学和科学教学拥有独到认识、经验和体验的教师。这些教师未曾受过严格的科学专业知识、技能以及科学教学的专业理论和技能的训练，却能够在长期的教学实践中，凭借个人领悟，自觉地采用科学教育的原则和方法进行科学教育。其科学课程理念和教育方法都领先于一般自然教师，姑且将自然教师中的这一批优秀教师称为“先觉型教师”。

T 教师是一位有着二十多年教龄的老教师，他认为现在科学教学上表现出来的是：动手强的学生，不一定学习强；普遍的动手能力差，不如以前。原因在于现在动手时间少，学生没有时间动。T 教师还发现，现在的孩子们和以前相比，比较浮躁，要学习的欲望不强，凡事追求新鲜、不深究。此外，现在的学生没有学会倾听，导致课堂讨论活动没有办法开展。为此他建议基于对孩子们未来发展的考虑，从一年级开始，每个学科都应该培养孩子们的倾听习惯。

〔1〕 吴俊明，等．科学教育基础〔M〕．北京：科学出版社，2008：100．

R 教师认为学生在学习态度和认知上面表现出的思维品质方面存在差异。还有学生的“悟性”是不同的，他认为如何让有“悟性”的学生发展得更好，是个难题。

悟性，思维活跃，是遗传素质里的一些东西，由一个现象联想到另一个现象。悟性与知识基础是有区别的。反应很快的，思维很活跃，悟性好还体现在很迅速地找到规律，很迅速地从其他地方迁移过来。有悟性的学生很有发展潜力，如何让这部分学生发展得更好，是个难题。（R 教师）

独创了盖章评价法的 E 教师，喜欢看儿童版的课外书，从中寻找解决自己在科学专业知识方面问题的方法，并获得与儿童交流的经验。她还喜欢搜集多媒体资料，每隔一定的时间就会与学生们共享她的收获。她说：

看课外书，而且比较喜欢看儿童版的，图文并茂。这样在以后与儿童相处时更容易交流。喜欢搜集资料，各种媒体。自己也会买很多，如 Discover（节目）。基本上时间允许的情况下，每个单元，我会用一节课时间来把这些媒体搜集起来给同学们看。

E 教师在自己的科学教育实践中坚持了很多年盖章评价法。她自己设计了图章的样式，并请人制作了图章（见图 7-1）。人们都可以想到孩子们为了获得老师的图章，尽力地表现自己的场景。在科学教育方面，E 教师实际上已经成为一个十足的“研究者”，也因此而成为了学生记忆深刻的教师。

N 教师在不经意中已经实施了探究性科学教学，但是他却对于自己被学生的发现牵着鼻子走，而没有实现事先设计好的教学计划感到遗憾。

有一次实验课上要求没有讲清楚，学生就先做了，有一个学生先发现水能够传播声音，我就先引导出来水是可以传播声音的。结果学生都把东西丢到水里了，我本来还要讲固体也能传声，但这样的课上下来，想纠正学生的行为都来不及了。

J 教师是一个充满批判性思维的教师，对“面向儿童”的说法提出了质疑。他反问笔者，如何来理解这个“面向”，是回答了每个学生的问题就是面向了，还是逼着学生把作业做了就是“面向”，或者问了学生问题就算是“面向”了？当问及科学教学能够为学生终身学习奠定什么基础时，他说帮助很大。但他还是一语道破了学生学习的现实：“我们现在不是为了终身学习而学习的，是为了考试而学习的。现在的小学生为了考试而学习。”

G 教师和 R 教师在不同的学校工作，却在回答不同问题时提到了“有结构的材料”。L 教师和 Q 教师都是由别的学科转行当自然老师，但是对科学教学的认识和其他教师相比毫不逊色。还有 S 教师，在每次上新课之前，都会调查一下学生的前概念。

保守地估计，这些教师的数量大约占到了笔者采访的全部教师总数的 40%。他们代表了科学教师中的进步力量。以他们的认识、经验和他们对于科学课程孜孜不倦的研究，足以承担小学科学课程发展的重任，前提是相信他们，依赖他们。

7.6 小结

本章采用面对面和电子邮件访谈的方法，对 19 位一线教师和 3 位自然教研员就科学教育原则的贯彻情况和科学课程发展情况进行了调查，勾画出了小学科学课程实施的立体图景，揭示了小学科学课程发展的现实基础，反映了小学科学教育在社会文化方面所面临的挑战。

研究发现，目前科学教育体现了 5 个不容忽视的特点。科学课程实施还带有浓厚的“知识教育”色彩，“科学探究”还是一个停留在口号层面的“名词术语”，未能在教师教

学行为层面和教师的教学思想层面上体现得更为充分。进一步研究发现，课程发展未能与社会形成良性互动，教师需求与实践性课程培训相脱节，且教师尚未建立起研究科学教学的意识。因此，凭借教师自身力量，甚至加上自然教研员的力量，是难以完成课程改革的重任。

与此同时，研究也发现，在教师中存在一些理解科学、热爱科学、钻研科学教学，所形成的科学教学的认识和经验达到了“做中学”课程实施要求的“先觉型教师”。保守估计，这些教师大约占所访谈对象的 40%。他们普遍毕业于 20 世纪八九十年代的中等师范学校，或 1999 年高校扩招以前的专科学校。以上海市良好的教研环境，这些人足以承担小学科学教师的课程发展重任。

由此可以得出一个审慎的结论：虽然有“先觉型教师”的存在，科学探究教育的现实基础依然薄弱。这再次显示了小学科学教育发展所面临的严峻挑战！

第8章 小学科学教育发展趋势探讨

本章将对小学科学课程所面临的历史选择和现实挑战做出回应,探讨小学科学教育的发展趋势。首先简要介绍“做中学”探究式科学教育实验项目及其特点;其次讨论“做中学”科学教育理论;最后从课程论角度探讨用“做中学”改造小学科学课程的可行性。

8.1 “做中学”探究式科学教育实验项目及其特点

8.1.1 “做中学”探究式科学教育实验项目简介

“做中学”(Learning by Doing)科学教育实验项目是中国教育部和科学技术协会于2001年5月共同倡导、发起和推动的一项科学教育改革实验计划,旨在使儿童“通过探究式的科学教育,掌握核心科学知识、培养探究能力和实事求是、追求真理的科学精神”。它的全名是“在幼儿园和小学中进行的、基于动手做的探究式科学学习和教育”。^[1]

自2001年以来,“做中学”在国际交流、教师培训、专题活动和案例开发等方面做了大量的工作。据领导“做中学”科学实验项目的中国工程院院士、中国科协副主席、教育部原副部长韦钰介绍,“做中学”项目实施以来,进行了诸多的研究和实践:根据脑科学和儿童发展的最新研究进展、结合科学教育实践,研究了为什么要用探究的方式开展科学教育;出版了《探究式科学教育教学指导》一书;通过大量的教师培训开展了探究式科学教学;经过国内外科学院院士、科学家、教育专家的严格审定和一线教师的艰苦工作,提交了“做中学”科学教育实验项目内容标准草案。^[2]

近年来,该项目正逐步由试点园、校等小范围的实验区向全国范围稳步推进。参与该项目的试点学校已由启动初期的北京、上海、南京和汕头4个实验区的44所学校扩大到目前的20个城市,620余所幼儿园、1100余所小学,总计近20万儿童参加。^[3]2006年4月,“做中学”项目又被列入《全民科学素质行动计划纲要实施方案》,成为中国未成年人科学素质行动计划实施方案的一项重要工作,未来有望成为中国青少年科学教育的一条重要途径。

8.1.2 “做中学”探究式科学教育实验项目的特点

与中国正在进行的小学科学课程改革相比,“做中学”科学教育实验项目更像一场“科学的”、“社会的”、“发展的”课程改革运动,其特点如下。

1. 由科学家担任课程开发者,保证课程的“科学性”,从理想课程和正式课程层面上杜绝“常识教育”和“自然教育”倾向

以科学家为领导开发科学课程,打破了中国一百多年来小学科学课程开发由没有真正的科学研究经验的学者或者专家主导的惯例。早在20世纪90年代初,国内教育界和科学界还

[1] 严卉. 2005年度上海市“做中学”科普助学金实习教师招聘会在我校举行[N]. 华东师范大学校报(校园生活), 2005.

[2] 中国教育学会小学科学教育专业委员会2006年年会纪要. 科学课(小学版), 2007(1).

[3] 韦钰. 科学教育与创新型国家建设[R]. 小学科学学科骨干培训者国家级培训会议, 2007.

尚未认识到中国科学教育严重滞后于国际科学教育潮流时，时任中国教育部副部长、中国工程院韦钰院士就以其教育家的情怀和科学家的敏锐洞察力察觉到了这一点。韦部长是中国历史上第一个电子学女博士，国际科学理事会能力建设委员会（CCBS）7个成员之一，中国为数不多的女院士之一，也是唯一一位开办博客为科学教育鼓与呼的教育部卸任高官。她不仅主持了探究式科学教育项目的引入和国际合作交流，而且在卸任教育部职务后，依然认真地、兴趣盎然地、自始至终地参加和主持着这个项目，为中国科学教育面貌的改观正在做出历史性的贡献。

1993年，在参加CCBS会议时，韦钰院士接触到了“探究式科学教育”。她立刻被这一类似于科学家工作方式的科学教育思想和形式所吸引，意识到“探究式科学教育”对于培养中国科技创新人才的重要意义。于是，利用CCBS委员的便利条件，韦钰院士以极大的热情投入到了对国际探究式科学教育的了解和考察中。1996年，韦钰院士和一些教育专家两次考察了法国“La Main a la Pate”（简称LMLAP，中文译为“动手和面吧”）小学科学教学实验计划的实施情况。法国的这项计划是由法国科学家乔治·夏尔帕在考察了他的同行、美国物理学家、诺贝尔奖获得者雷翁·勒德尔曼在芝加哥贫困街区学校进行的“Hands-on”方案后，于1996年引入法国的。韦钰院士认为该项目对中国的中小学科学教育有一定的借鉴意义，从法国回国后，她向原教育部部长陈至立做了汇报，陈部长做出批示决定将其引入中国，同意在中国部分城市进行“Hands-on”方案试验并推广，并确定由韦钰本人亲自来抓引入工作。于是，2000年11月1日至4日在北京召开了“小学科学与数学教育国际研讨会”会议上，来自美国和法国的科学家及科学教育专家向与会代表介绍了在美国和法国开展“Hands-on”探究式科学教育计划的情况。2001年，韦钰院士从法国考察回来以后，写了一篇文章，题目是《“做中学”科学教育从此起步》，^[1]将“Hands-on”更名为“Learning by Doing”，中文名称确定为“做中学”。

其他参与该项目的科学家还有赵忠贤院士、胡启恒院士等。2006年9月24日至26日，“做中学”科学教育实验项目内容标准研讨会在北京召开，参加会议的有来自不同领域的12位科学家。2007年小学科学课程标准修订工作也邀请了数位科学家参与。科学家参与科学课程改革，是国际科学课程发展惯常的做法。只有科学家参与，让懂科学研究、懂科学实验的人们来负责科学课程的开发，才能够避免科学课程开发中的“非科学”倾向，避免“自然教育”和“常识教育”倾向。据韦钰院士介绍，这项科学教育改革实验，是促进中国幼儿园、小学科学教育发展，实现素质教育目标的一项重大教育改革计划。它的目标是让所有学前和小学阶段的儿童有机会亲历探究自然奥秘的过程，使他们在观察、提问、设想、动手实验、表达和交流的探究活动中，体验科学探究的过程，建构基础性的科学知识，获得初步的科学探究能力，为促进儿童的全面发展，使其成长为具有良好科学素养的未来公民打下必要的基础。这项科学教育的改革成效不是仅仅局限于科学教育本身，而是能从科学教育的改革入手，探索一条实现素质教育的具体途径。^[2]

2. 以科学研究的态度和范式推进科学课程发展，变革了中国课程开发速战速决，先开发再试验后修订的课程开发模式，显示了课程发展的科学性

谈到科学教育改革，韦钰院士在不同场合不止一次地倡导在中国进行教育研究要注意科学性、前瞻性、实用性和本土性，这也是对邓小平同志“三个面向”指示的具体化。科学性

[1] 韦钰. 中法“做中学”科学教育四年合作的回顾, http://xk.gsjsy.net/kxjy/Article_print.asp?ArticleID=1738.

[2] 贾海红. 饱含激情, 生活才会充满色彩——韦钰谈做中学与培养儿童健康人格 [J]. 北京教育, 2004 (2).

是解决教育科学研究对或错的问题，前瞻性是解决教育科学研究是否有水平的问题，实用性和本土性是解决有没有用的问题。在中国目前的情况下，科学性要摆在第一位。^[1] 韦钰院士认为任何负责任的教育改革都需要持续的、高质量的研究工作做支持。一项教育改革没有 10 年左右的时间，在中国恐怕难以真正有成效。教育改革的决策要建立在实证性教育科学研究和脑科学研究的基础上，主张放入课程中的学习内容和教学案例一定要经过教学实践活动的检验和教学效果的评测研究，几番修改以后，才能够形成真正的案例，写入教材中间。^[1] 在这种思想的指导下，“做中学”实施以后，在多年实践和总结实验学校经验的基础上，才于 2006 年确定了“物质和物理科学”、“生命科学”、“地球和环境”以及“设计和技术”四大领域作为“做中学”科学教育的内容，出台了内容标准（试用本）。自 2001 年开始，“做中学”项目组陆续设计出 5~12 岁儿童科学学习阶段的 27 个教学模块的框架结构，构建起了从幼儿园到小学的“做中学”探究式科学教育的课程体系。完成了 16 个模块教师指导书、教师培训手册和学生记录册的编写，其中 13 个已进入教师培训、教学实践和学生形成性评测的阶段，使得相关教师培养、教育推广工作得以有序进行。

这种做法，与“科学的”课程发展模式和要求相吻合。使得课程开发处于一个长周期的、有教学实践支持的、随时开发随时修订的、最终呈现一个成熟的课程体系的、动态的、发展的实践活动状态。变革了中国课程开发速战速决，先开发再试验后修订的课程开发模式。

3. 将改善教师实践性课程作为课程发展的核心，显示了“做中学”强大的发展性

“做中学”建立了中国与国际间在幼儿园、小学科学教育研究与培训的合作与交流机制。自 2001 年至今，已经在中国和法国两地召开了 7 次中法“做中学”高层教育论坛。历次论坛研讨的内容及交流合作内容见表 8-1。“做中学”科学教育项目的实验学校教师多次接受法国科学院选派的专家的培训与指导，同时也在法国城市与乡村接受了法国科学院、国际教师教育中心的集中培训与现场培训。至 2005 年，已经有近 500 名中国教师在中国，50 名左右的中国教师到法国，参加了教师培训。据培训亲历者介绍，法国的培训方式灵活多样，通过案例讲解与操作、现场观摩与研讨、课堂模拟练习等多样化的培训方式，引导受训者通过自己“动手做”感受和提炼科学教育的意义、方法和策略，而不是像国内的培训一样主要以理念性灌输为主。^[2] 这些举措为“做中学”积累了丰富的国际科学教育经验，也为本土化的实践活动奠定了良好的基础，开创了中国与外国科学教育机构合作，发展科学教育事业的先河，结束了中国多年来关起门来，故步自封式的科学教育状况；同时也变革了传统的课程发展机制，建立了以改善教师实践性课程为核心的开放式课程发展模式。

表 8-1 2001—2007 年中法论坛研讨及交流合作内容 [3]

时 间	地 点	交流与合作内容
2001 年	法国	介绍两国的科学教育情况。法国方面介绍了开展“LMLAP”项目在组织、科学家参与及案例开发方面的经验。中国教育部和中国科协正式启动了“做中学”科学教育实验项目，派出了第一批赴法培训的教师。正式启动汉博网，翻译和出版了法国 LAMAP 网站的大部分内容和一些入门书籍
2002 年	中国	法国代表团参观了第一批启动的城市和学校，帮助中国推动了“做中学”的起步

[1] 韦钰. 韦钰 blog. 2007-10-28.
[2] 李云翔. 中法幼儿科学教育教研的思考 [J]. 大连教育学院学报, 2006 (1).
[3] 参考汉博网及韦钰. 中法“做中学”科学教育四年合作的回顾. http://xk.gsjy.net/kxjy/Article_Print.asp?ArticleID=1738; 中国杭州 <http://www.hangzhou.gov.cn/main/zjhzh/hzlj/2005/1402/T89021.shtml> 汇总.

时 间	地 点	交流与合作内容
2003 年	法国	将神经科学的研究纳入了研讨的范围。派遣第二批试验区学校教师赴法培训；同时，法方派出教师，到中国培训第二批启动的实验区的教师。从法国考察归来的两批教育工作者已完成了对试点地区教师和教研人员的一级培训；寒假期间，各地参加实验的园校教师将接受二级培训
2004 年	浙江杭州	将儿童情绪发展研究列入中法合作的内容。讨论中国实验学校开发的案例；10 月在陕西蒲城召开农村“做中学”科学教育会议，启动了农村科学教育实验。11 月派遣 15 人的代表团赴法参观和接受培训
2005 年 10 月 28 日—31 日	南京	围绕幼儿园的探究式科学教育，从神经科学、认知心理学、标准制定、教案编写和教师培训等方面进行系统研讨；中法双方专家还共同选定了 7 个案例展开实验；考虑幼儿园“做中学”科学教育标准的制定，以及启动小学一、二年级教案试点的问题
2006 年 4 月 19 日—22 日	浙江杭州	围绕国际“动手做”项目最新情况、中法“动手做”项目案例分析、欠发达地区如何推进“做中学”项目、“动手做”项目研究动态四大议题，举行 14 场专家报告和 5 个讲座。
2007 年 10 月 15 日—10 月 18 日	昆明	法国科学院院士皮埃尔·雷纳做了题为“法国 La main à la pâte 项目 2006 年执行情况的报告：现状和前景”的报告；中国科协副主席韦钰做了关于中国“做中学”科学教育项目的执行情况和未来发展报告；进行小学科学教育标准的中法比较和讨论；全民科学素质行动计划纲要支持和多文化的科学教育；残疾儿童的科学教育；科学教学资源介绍和交流；评估与评测；教育部师范教育司、东南大学、中小学教师继续教育工程办公室启动 2007 年小学科学学科骨干培训者国家级培训计划，分 3 期在北京、上海、重庆 3 地培训 105 名骨干培训者

值得一提的是，为了搞好中法小学科学教育项目合作，法国国民教育部和 LMLAP 小学科学教学实验计划项目组专门成立了一个 10 人专家小组。由诺贝尔奖获得者乔治·夏尔帕任组长，成员有科学家代表（法国科学院副院长、盖瑞院士和皮埃尔·雷纳院士）和法国国民教育部负责科学教育的总督学西蒙等人。在 2007 年的云南昆明中法会议上，来自法国格勒诺布尔大学教师培训中心的科学教育专家 J. C. Guillaud 和 Eric Triquet 对云南省的部分科学教师和与会代表，进行了“如何使蘑菇迅速变干主题单元的模拟课堂教学”和“运动主题的模拟课堂教学”培训。笔者聆听了他们两人的培训报告，深感我国在科学教师培训工作方面的差距和不足。这次会议经历也让笔者未出国门就接受了一次真正的科学教学的技能培训，令笔者受益匪浅。

4. 建立开放式课程发展模式，显示了课程发展的开放性和社会性

传统的课程发展，局限于学校之内，由教师、学校和教研员来完成课程改革。“做中学”吸收社会力量和经费支持科学课程的开发和发展，建立了一个开放的课程发展模式。韦钰院士多次指出，探究式科学教育改革不能靠“理念”，不能靠少数精英来实现，要靠广大教师和教研员，甚至全社会的共同努力。“做中学”科学教育实验项目打破了教育改革项目局限于教育行政系统之内运作的一贯做法，与高校、企业和科研机构联合，吸引科学家和社会有识之士来关注科学教育。东南大学成立了学习科学研究中心，提供认知科学和学习科学的理论研究，该中心还建立了汉博网（www.handsbrain.com），提供信息发布、教师交流和资源共享的网络教育平台。据江苏汉博教育培训中心副主任周建中介绍，^{〔1〕} 2005 年在李嘉诚基金会的支持下，由热中国儿童科学教育改革与发展的科学家、企业家、教育工作者和其他有关

〔1〕 周建中．“做中学”项目推广试点——GE 基金会和李嘉诚基金会资助项目〔R〕．小学和幼儿园“做中学”科学教育国际研讨会．昆明：2007 年 10 月 15 日—10 月 18 日．

人士及机构共同倡议成立了非营利的江苏汉博教育培训中心，从事科学教育师资培训和教学实践、推广。在 GE 基金会的支持下，设立了“GE 社区的‘做中学’探究式科学教育推广试点”项目和“‘做中学’探究式科学教育课程模块开发及试点计划”项目。汉博教育培训中心负责进行了“做中学”教师培训资源的开发和国家级骨干培训者培训、教师培训的评测研究、“做中学”内容标准的开发和实践、幼儿园到小学的“做中学”教学模块开发和修订、课堂教学实践、教学指导和教学反馈、“做中学”课堂教学的评测研究及实践等工作。这种吸收社会资金和力量运用于课程发展的做法，在中国尚不多见。

5. “做中学”促进了儿童的科学探究能力的培养

已有研究证明，“做中学”促进了幼儿园儿童运用感官能力解决简单科学问题的能力。^[1]在对儿童情绪能力发展的影响方面，已有研究发现，参加“做中学”科学教育的儿童积极情绪调节能力发展较好，对情绪认知表达能力明显高于普通幼儿园儿童，且差异显著。^[2]可见，“做中学”促进了儿童手脑并用，促进了儿童良好的社会情绪能力和性格的养成，促进了儿童科学素养的提高。虽然中国小学科学课程正在进行改革，但从实验区的情况和教师素质水平来看，在培养学生科学学习兴趣、促进手脑结合、改变过于重视知识灌输的现象等方面尚难令人满意，难以跟“做中学”比拟。

8.2 “做中学”与杜威“从做中学”教育理论

“做中学”很容易让人们想到美国著名的教育学家、哲学家杜威的“从做中学”。二者之间有着怎样的关系呢？要想弄清楚这个问题，首先需要了解一下杜威的“从做中学”。

8.2.1 杜威的“从做中学”课程开发实践及其理论

熟悉教育思想和教育史的人都知道，“从做中学”是美国著名实用主义教育家约翰·杜威，针对 20 世纪初叶美国学校盛行“从听中学”的教育现状而提出的一种现代教育理论。阅读杜威的教育著作，可以强烈地感受到杜威教育研究浓厚的“科学”色彩。他从观察美国传统教育实践出发，结合儿童生长发育规律，提出了改革传统教育的实用主义的教育思想和主张。为了检验这些思想和主张的正确性和对教育实践的指导性，杜威从 1896 年开始了长达 8 年的实验。“从做中学”既是杜威教育改革目的之一，也是实现检验其自然发展和社会效率作为教育目的主张的一条途径。在杜威看来，开发“从做中学”的学校课程体系，实施“从做中学”的学校教育，才能达到民主主义的教育目标。以“从做中学”课程与教学改革为核心，杜威在芝加哥实验学校的教育实验研究涵盖了学校工作的所有方面：学校组织和管理、学校硬件设施建设、教师的任务与教材开发、师生关系等。

为了开发“从做中学”课程，杜威实验之初选择了多面手的教师，实验一段时间以后发现行不通。于是成立了幼儿园、历史、科学和数学、家事科学和工业、手工训练、美术、音乐、语言和体育等教研室。教师根据个人的才能和爱好，分散到各个教研室中，在经过培训的研究人员的带领下，开发课程内容和执行教学计划。为了保证教育实验的顺利进行，杜威对学校的硬件设施也进行了改进。建立了各种活动设备和装置，如体育馆、手工教室、美术

[1] 杨元魁.“做中学”项目中学生成绩的初步评测[R].2007 年小学和幼儿园“做中学”科学教育国际研讨会.昆明:2007 年 10 月 15 日—18 日.

[2] 赖小林,等.“做中学”科学教育对幼儿情绪能力发展的影响[J].心理科学,2005(6).

室、纺织室、物理化学实验室、生物实验室、历史和英语教研室、厨房、餐厅及相应设备。^{〔1〕} 教师和教学场所的问题解决了，那么“从做中学”的课程是什么样的呢？

杜威反对以互不联系、又远离儿童经验和生活的各种科目组成学校课程的传统做法，主张学校课程应当建立在儿童探索、操作工具和材料、建造、表现欢乐情绪等先天倾向的基础上。儿童天赋活动和自然的活动的发展，只有通过使用才能发展。^{〔2〕} 而游戏和主动的作业（或者“工作”）能够调动儿童的自然冲动和身体活动，通过将其设置为学校课程的一部分，让儿童在学校里从事与校外活动类似的活动形式，在使用（儿童天赋活动）的过程中完成对儿童的教育。同时游戏和主动的作业还可以代表社会的情境。杜威认为，主动的作业包括手工、游戏、竞技、户外短途旅行、园艺、烹饪、缝纫、印刷、书籍装订、纺织、油漆、绘画、唱歌、演剧、讲故事、阅读、书写等多种形式，^{〔3〕} 还包括要动手的科学研究，对研究材料的搜集、对器具的管理、工作进行中的记录实验情况所需的程序。^{〔4〕} 这些形式的主动的作业，集中了人类食、住、衣，以及生产、交换和消费等基本事务，将其引入到学校课程中，可以摆脱外部的联系和工资的压力，提供给儿童“本身具有价值的各种形式的经验”，培养儿童自由地、充分地参与社会活动的的能力。

杜威从儿童自然发展和社会化教育两方面论述了游戏和主动的作业设置为学校课程的重要性，而游戏和主动的作业又以以上所举园艺等各种活动的形式表现出来，因此，后人又将杜威的“从做中学”课程称为“活动课程”。与学科课程远离儿童生活和经验不同的是，“从做中学”课程从儿童看到的、在他周围进行的生活，家庭生活和家庭以外的社会生活，以及对人类文化历史进化过程的模拟和研究中，组织课程，强调儿童在课程学习中获得直接经验。因此，“从做中学”课程体系又被后人称为“儿童经验课程”。游戏和主动的作业所提供的各种活动，有的是身体的活动，有的具有丰富的意义。在杜威看来，游戏和工作方面的种种作业，最终在教育上的重要性，在于它们为意义的扩展提供最直接的工具。^{〔5〕} 而各种活动所包含的意义都关系到自然界和人类。这是什么意思呢？杜威的意思非常明确，学生在游戏和主动的作业中所获得的知识是关于自然界和人类的一个整体认识，而不是像科目课程那样，带给学生一个分割的、破碎的关于世界的印象。因此，“从做中学”课程体系，又被后人称为“综合课程”。

杜威提出实现民主主义的教育目标需要3个一般目的：一是按照自然发展；二是社会效率；三是文化或个人精神财富。^{〔6〕} 因此，“从做中学”的课程体系实际上也是遵循着这3个目的，为实现这3个目的来设计的。如果“活动”、“游戏和主动的作业”对应于“做”，是为儿童自然发展和社会化的，那么，“文化”则对应于“学”。杜威把文化定义为“文化就是不断扩大一个人对事物意义的理解的范围，增加理解的正确性的能力”，“文化是培养观念、艺术和广泛的人类兴趣的鉴赏能力”。这些定义听起来是很拗口的，和一般人所理解的“知识”也是有差异的。仔细分析杜威的“从做中学”的论述，可以发现，他已经巧妙地将人类文化引到课程中。

杜威把儿童发展分为游戏期（4~8岁）、自发注意期（8~12岁）和反省注意期（13岁以后）3个阶段。在不同阶段，“从做中学”课程的内容，包括历史和社会研究、自然（科

〔1〕 凯瑟琳·坎普·梅休，等：杜威学校[M]。王承绪，等译。上海：华东师大出版社，1991：6。

〔2〕 着重符号为后加。

〔3〕 约翰·杜威：民主主义与教育[M]。王承绪，译。北京：人民教育出版社，2001：213。

〔4〕 约翰·杜威：学校与社会·明日之学校[M]。赵祥麟，等译。北京：人民教育出版社，1994：206。

〔5〕 约翰·杜威：民主主义与教育[M]。王承绪，译。北京：人民教育出版社，2001：224。

〔6〕 约翰·杜威：民主主义与教育[M]。王承绪，译。北京：人民教育出版社，2001：136。

学)和地理研究以及交流与表达能力的学习是不同的。“从做中学”如何实施呢?以历史学习为例,杜威认为历史研究的重点在于经济和工业(表现在人们的生活方式上)及社会发展(表现在有关社会生活的职业上)等方面。^[1]一个7岁的儿童在学习原始社会历史时,要假扮成原始人,通过调查、建造、表演原始人征服自然的生活方式,如重演穴居生活,制作弓箭和其他武器,研究牧羊生活的自然环境的限制,部落间的往来等,侧重学习原始社会的发明与创造。还要考察社会职业从史前简单形式到现在复杂状态的过程,从而理解人类社会演化的过程和发现人类进步的奥妙所在。由此可以看出,“从做中学”带有强烈的研究性质和综合学习的味道,一点也不简单。它大大提高了教师教学的难度,稍不留神,就会陷入到形式主义的活动中,招来用“无足轻重”的事情“浪费学生时间”的批评。

杜威特别指出,学校开设活动的目的不在于目的自身,而在于通过活动使儿童亲历人类文化历史的演化过程,获得向外伸展的经验。也就是说,开设“纺织”,不是为了培养纺织工人;开设“园艺”,既不是为了培养未来的工人,也不是用来作为舒适的消遣办法。但是人们常常只看到了“从做中学”之于“自然发展”和“社会效率”的目的,而忽略了“文化”之于课程的意义。这也是我们学习杜威失败的主要原因。杜威曾经于“五四”运动前夕来到中国,在他的学生胡适、陶行知等人的倡导下,中国20世纪二三十年代兴起了“儿童中心教育”。考察这一时期的中小学课程文件,“园艺”、“手工”、“缝纫”、“木工”等课程都列入其中。到最后这些课程都变成了职业技能培训的手工艺课程,徒有“做”的名义而失去了“学”的本意。究其原因,这些课程所负载的“文化”意义,在引入中国的学校时,被有意无意地淡化直至最终消失殆尽。例如“园艺”课程所负载的“文化”因素,在杜威看来,除了历史和社会意义以外,还有自然科学研究的意义:

园艺的作业为了解农业和园艺在人类社会历史上和现在社会组织中所占的位置,提供一个研究的途径。在用教育的方法加以控制的环境中进行园艺的作业,能借此研究有关生长的事实、土壤化学、光线、空气和水分的作⽤,以及有害的和有益的动物生活等^[2]。

同样一个活动,在不同环境中所负载的文化含义是不同的。中国文化是不注重研究自然的,自然科学在中国并没有形成一门独立的学术或学问。中国文化自古很重视作为欣赏艺术和农业生产技艺的“园艺”。所以,就“园艺”而言,最终在中国变成一门“职业培训”课程,与中国本土文化传统对课程的影响是有密切关系的。因此,“从做中学”课程中负载的文化教育意义是最难以把握和教育的。写到这里,笔者想起了自己的童年。那时住在一个大院里,笔者和院里的同伴们经常玩“过家家”、“捉迷藏”的游戏,还扮作医生、护士、售货员的角色,模拟医生看病和买东西。没有大人来干涉这些活动,在游戏中,我们做着和大人们日常生活一样的事情,学习着大人们处理这些事情的⽤。在这个自然发展的过程中,在这样的生活中,我们一天天地成长了起来。自有人类始,童年的游戏就在不同国度里被不同肤色的儿童乐此不疲地演绎着,无人意识到它们的哲学和教育价值,杜威却将儿童的这些自然活动搬进了学校,又赋予了其“社会效率”和“文化或个人精神财富”的哲学和教育意义,这不能不说是教育史上的一次伟大的创举。

8.2.2 自然科学研究与杜威的“从做中学”

在杜威进行芝加哥学校实验的年代,科学课程还没有成为中小学校中普遍开设的课程。

[1] 杨汉麟.外国教育实验史[M].北京:人民教育出版社,2005:332.

[2] 约翰·杜威.民主主义与教育[M].王承绪,译.北京:人民教育出版社,2001:217.

但在大学和技术学院，自然科学已经作为新兴学科和社会急需的实用学科进入了高等教育领域。自伦塞莱尔多科学技术学院首任校长阿莫斯·伊顿（Amos Eaton）率先在美国采用了实验室教学方法以后，^{〔1〕} 哈佛大学校长艾略特通过推行选修制课程改革，将自然科学引入大学，而且在长达26年（1869—1895）的任期内坚决支持采用实验室进行科学教学。在哈佛大学的带领下，自然科学教育在大学得到了很好的开展，为社会培养了一批具有良好科学知识、精通实验室操作和科学方法的人才。杜威也是其中的幸运儿之一，从他的著作中可以发现杜威有着扎实的科学知识，且精通科学方法。杜威时代，美国教育所面临的最大问题在于中小学校整个课程体系的内容贫乏，教学方法机械呆板，教育与社会需求、儿童经验相脱离。这种状况激起了杜威改革学校课程的愿望，杜威的“从做中学”课程体系就是针对学校整个教育改革而设计的。

杜威首先是一个哲学家，一个奉行实用主义的哲学家，所以，他对科学概念的探讨，是从对认识的有用性、社会的有用性和经验改造的有用性的角度去考察的。他认为，从认识论上看，审慎地运用观察、回想和试验的方法所获得的知识就是科学。从人类历史发展过程来看，科学是完善对行动手段的控制的主要工具，从语言学上来说，科学的叙述或逻辑的形式包含符号的使用，科学上的术语并不代表经验中的直接应用的事物，它们已经转化为科学研究的术语，也是研究的工具。他还区分了科学、经验和理性三者之间的关系，认为因为所谓经验的知识是由过去许多实例积累起来的知识，对于任何一个实例的原理，并没有明智的见识，而实验科学可以利用过去的经验，改造过去的经验。由此，科学成了经验中认知因素的果实。至于理性，杜威认为理性不是经验以外的东西，而是经验所固有的，它是过去的经验得以纯化，使过去经验成为发现和进步的工具的要素，科学就是变成有理性的经验。杜威最后总结道，“从终极结果说，从哲学上说，科学乃是一般社会进步的工具”，“科学视为一种生活态度和生活方式，是经验生长的结果，又是经验进一步生长的资源，是人与环境相互作用的产物，又是人与环境进一步相互作用的过程、手段和工具”。^{〔2〕}

杜威同时又是一个教育家，他论述科学的有用性和工具性的同时，其实是在给科学进入教育领域制造一个理由。由于西方教育历史上有一个把科学和文学、历史对立起来的传统，科学长期无法进入由文学、历史构成的“经典科目”占统治地位的学校，杜威批评了这种错误做法。在杜威看来，在教育上利用科学的问题有两方面的含义，一是要创造一种智力，深信智力指导人类事务的可能性，即运用“科学”和“科学方法”研究教育问题。二是通过教育，使科学方法深入学生的习惯，就是要使学生摆脱单凭经验的方法及单凭经验的程序而产生的惯例，即采用“科学”和“科学方法”完成对学生的经验改造。杜威并不是一个科学家或者科学教育家，但是他却是教育界的培根，首次从哲学上、理论上将科学方法恰当地与儿童经验相结合，然后将其引入教育领域。

那么如何来学习科学呢？杜威批评了三种错误的科学教学法：一是让学生从教科书开始学习科学，而不是学习处理日常经验中“熟悉的材料”的科学方法，这种做法将导致学生与日常经验的隔离。二是从经过简化的科学入门开始学科学，“在教学的实践中，常常从经过简化的科学入门开始。必然的后果是把科学和有意义的经验隔离开来。学生学习一些符号，但没有掌握了解它们意义的钥匙。他获得专门的知识，而没有追溯它与他所熟悉的事物和操作的联系的能力，他往往只是获得一些特别的词汇”，这种做法也不利于儿童经验的获

〔1〕 顾明远，梁忠义．美国教育〔M〕．长春：吉林教育出版社，2000：57．

〔2〕 张华．经验课程论〔M〕．上海：上海教育出版社，2000：62．

得。三是割裂科学与文学、历史等学科的联系，将有关知识作为教学的目的本身，使得自然科学的教学流于一套形式上的技术的练习。这样做并不能够使学生获得文化上和人文主义的修养。最后，杜威指出“因为科学乃是一般社会进步的工具，所以它和其他工具一样，它们的意义只能够通过应用来学习，即“从应用科学的过程中学习科学”。在杜威的科学概念中，“科学”有时是指“科学方法”，杜威所谓的科学方法，包括实验、抽象、概括等。所以，“从应用科学的过程中学习科学”也指“从运用科学方法的过程中学习科学方法”。

杜威认为科学教育应当利用儿童熟悉的生活材料来组织教学，让儿童在实际使用这些材料的过程中学习科学，一如人类历史上科学曾经发展的那样。在他看来，现有的各门科学都是从“有用的社会作业”逐渐发展起来的，如化学是从染色、漂白、金工等制作法发展起来的；物理学是从应用工具和机械发展起来的；电学方面的发展是和电力在交通运输工具、城市和家庭的照明及物品的经济生产方面的应用有密切联系的。因此，科学教育教学法的新的出发点，显然不是教一些贴有科学标签的东西，而是利用熟悉的作业和工具指导观察和实验，使学生在它们实际的运转中了解它们，从而获得一些基本原则的知识。^[1]

这种学习被杜威称之为“年代学上”的、“心理学上”的，而不是“专家逻辑方法”的学习，这种学习可以使避免心理上和理智上的不快，通过联系从日常熟悉的材料中选择的问题，沿用科学家取得完善知识的方法，获得处理在他能力范围内的材料的独立工作的能力，避免学习只有象征意义的材料所带来的心理上的混乱和理智上的乏味。^[1]

8.2.3 “做中学”与“从做中学”的区别与联系

首先，有人认为，“做中学”脱胎于杜威的“从做中学”。对于这种论调，韦钰院士在博客中曾经予以否定。她认为，如果从“教育即生活，生活即教育”过渡到今天的包括神经科学在内的跨学科的科学研究的、标准制定、案例研制、教师培训等，要花费很多时间、财力和人力，也无法召集那么多的科学家和专家来进行这项工作。“做中学”引自法国，法国的又从美国引入，但是法国并不是照搬美国的科学教育经验。据韦钰院士介绍，法国开始时是成套地引进了美国的案例和标准，然后再重点研究法国学生接受的情况，加以改进。他们很注意研究儿童可接受概念的发展情况，不是随便遇到什么，就教什么。^[2]在将美国经验本土化方面，法国做了大量的工作。言外之意，韦钰院士肯定了中国的“做中学”是从国外引进的，但还需要结合中国学生的接受情况，进行本土化改进的一门科学教育课程。

正如韦钰院士在多种场合所强调的，“做中学”课程编制的根据既有脑科学的研究成果又有当代科学的跨学科研究成果，当然离不开儿童身心发育规律，尤其是儿童社会情绪能力及语言思维发展规律，以及当代儿童科学教育研究的诸多成果。而“从做中学”的理论依据，是建立在杜威的“教育即社会”、“教育即生活”、“教育即指导”、“教育即生长”的实用主义教育哲学和儿童自然教育思想基础上。“从做中学”既是儿童天然欲望的表现，也是儿童真正兴趣的所在，更是儿童自然发展进程的开始。因此，二者的理论依据是不同的。

其次，“做”和“学”的含义不尽相同。“做中学”中的“做”，指的是科学探究活动；“学”的是科学的知识、方法、态度，社会情绪能力、社会交往能力等。而有人认为杜威的“从做中学”更多地指向了“手工艺活动”而不是“科学活动”，“科学方法”作为“做”的

[1] 约翰·杜威. 民主主义与教育 [M]. 王承绪, 译. 北京: 人民教育出版社, 2001: 305.

[2] 韦钰. 中法“做中学”科学教育四年合作的回顾. http://xk.gsjy.net/kxjy/Article_Print.asp?ArticleID=1738.

灵魂，隐性地存在于“手工艺活动”的形式里。^[1]实际上在杜威的“从做中学”里，“做”的意思更广泛一些，可以是“活动”，可以是“游戏”，也可以是“主动作业”或者“工作”，并不专指自然科学研究活动。“学”对应于杜威意义上的“文化”，包括社会科学、经济、贸易等所有的人类文明。与前者相比，杜威的“从做中学”内容更宽泛，更具有“博雅教育”的意味。

再次，“做中学”是“从做中学”在科学教育领域中的一种发展。从前面的论述中可以看出，杜威的“从做中学”实际上表述的是“从应用科学的过程中学习科学”，或者“从运用科学方法的过程中学习科学方法”。杜威称“从做中学”是一种“科学的方法”，也是人类思维反省的过程。反省思维是处于思维两个极端，即开始时的困惑、困难或混乱的思维和结尾时的清晰的、一致的、确定的思维之间的一种思维。它有5种状态，在情境中①心智感觉某种要解决问题的暗示；②使感觉到的（依据经验得到的）疑难或困惑理智化，成为有待解决的难题和必须寻求答案的问题；③以一个接一个的暗示作为导向意见，或称假设，在搜集事实资料中开始并指导观察及其他工作；④对一种概念或假设从理智上加以认真的推敲（推理是推论的一部分，而不是推论的全部）；⑤通过外显的或想象的行动来检验假设。^[2]杜威认为，思维乃是一个探究的过程，一个观察事物的过程和一个调查研究的过程。萨瓦布和布鲁纳等人继承和发展了杜威的思想，提出了基于动手做的科学探究思想。因此，后人又认为杜威的反省思维是探究思维的滥觞。从这个意义上说，“做中学”可以看做“从做中学”的一种发展。

虽然“做中学”和“从做中学”有以上区别，但是，要把二者截然分开，认为它们之间没有任何联系也不符合实际情况。“做中学”强调用科学探究方法研究科学问题，这些科学问题源自儿童日常生活。而“从做中学”所要研究的问题也蕴涵在儿童“日常熟悉的材料中”。可见二者都将科学教育置于儿童的生活世界中。从项目的发源地来看，法国的“做中学”最早也是从美国引进的，虽然引进之后根据法国学生的实际情况做了一些改进，但是它和“从做中学”都诞生于美国的文化背景中，不可避免地都会受到杜威教育哲学和教育理论的影响。更何况杜威教育理论博大精深，几乎涵盖了儿童教育的所有重要问题，想要回避开杜威几乎是不可能的。

8.3 “做中学”科学教育理论

8.3.1 对“做中学”的深层次分析

随着“做中学”科学教育实验项目的推进，“做中学”已经引起了教育理论和科学教育界的广泛关注。通过文献检阅，可以发现2000年以来，有关“做中学”的文章大致可以分为两大类：一类是与“做中学”科学教育实验项目有关的教育实践方面的文章。这类文章集中于“做中学”科学教育项目在各地实施情况的介绍、案例开发、网络应用分析、教师培训、效果评价及中法国际交流情况等方面。另一类是关于“做中学”相关理论问题的研讨，如探讨“做中学”科学教育实验项目与新课程的关系；对“做中学”与杜威“从做中学”教育理论进行比较。前一类文章的作者大多是参与“做中学”实验的研究人员、教研人员或一

[1] 张建伟，孙燕青．从“做中学”到建构主义[J]．教育理论与实践，2006，Vol（26）No. 4：35-39．

[2] 约翰·杜威．我们怎样思维·经验与教育[M]．第2版．姜文闵，译．北京：人民教育出版社，2005：94．

线教师，他们的文章展示了“做中学”实验的进展、成果，也揭示了“做中学”实施过程中所暴露的问题。例如，曾经去过法国的教师透露了中法项目实施过程中的差异及他们在法国培训的收获。从这些文章中，或多或少也可以感觉到这些作者对“做中学”相关理论问题的困惑。因此，很有必要对“做中学”的深层次含义进行分析。

1. “做中学”科学教育实验项目与课程的关系

要理清二者之间的关系，首先得弄清楚“做中学”科学教育实验项目的性质是什么。从“做中学”7年来的实践可以看出，“做中学”科学教育实验项目实际上已经成为新课改背景下，贯彻《基础教育课程改革纲要》精神的一种新的“科学课程”。“做中学”科学教育实验项目所进行的探索涉及“做中学”科学课程标准的研制、基于探究的小学科学课程目标的构建、“做中学”科学教学案例开发、教学材料的开发和编制、课程资源的开发、评估与评价体系的建立、师资培训以及信息技术和其他保障支撑系统的建立。这些做法，与《基础教育课程改革纲要》中的要求相吻合。^[1]因此，“做中学”项目实际上具备了课程的各种要素，是新课改背景下诞生的一种新科学课程。结合前面的介绍，“做中学”科学教育实验项目是由科学家发起和推动的，调动社会力量参与，采用科学研究范式开发（Developing）的一种强调探究和儿童动手实验的科学课程（Science Curriculum）。为了与国际上介绍科学课程的做法接轨，可以用“做中学”3个字的英文缩写来指称这一新课程——LBD 科学课程。将“做中学”看做一种活动和教学方式，而不是一门课程，^[2]这种看法显然是错误的。

2. “做中学”科学教育实验项目与新课程的关系

严格来说，“新课程”有两个意思：一是指20世纪90年代末兴起的基础教育课程改革运动，在这种语境下，“做中学”科学教育实验项目就是在这场运动中诞生的众多课程中的一种以儿童为教育对象的科学课程；二是指目前学校施行的诞生于基础教育课程改革运动中的各门课程，如科学、数学和语文等。如果是科学教师说“新课程”，那指的其实就是科学课；如果是语文老师说“新课程”，那指的其实就是语文课。在这一语境下，“做中学”与小学科学一样，都是课程。

二者最主要的区别在于，小学《科学》课程属于正式课程中的国家课程，全国所有实施国家课程的小学校都必须开设这门课程。在国家课程面前，学校别无选择；而“做中学”是尚处于开发阶段的“试验课程”，属于理想课程的范畴，不具有国家法令效应。因此，学校可以选择开设“做中学”，也可以选择不开设“做中学”，但是，选择LBD科学课程的学校坚决不能放弃开设国家课程——《科学》。

此外，在正式课程层面，全日制义务教育《科学3—6年级课程标准》和《“做中学”内容标准》是由不同经历和背景的人们编制而成的。前者的组织者是教育学背景的学者，参与的人员有一线优秀教师、高校心理学研究学者、中央教科所的研究人员；后者的组织者是科学家，参与的人员有院士、高校科学教育专家、一线优秀教师、心理学研究专家等人。可理解课程层面，科学课程的教科书有8种之多，编写模式基本相似。而“做中学”采纳了国际上一些发达国家的小学科学教育的经验，在“科学”地开发教科书的同时，也开发了科学材料。实践性课程层面，“做中学”开发了教师指导用书、教师培训手册。已经出版的“做中学”教学指导用书，给教师提供了严格的课堂教学程序。对如何实施探究式科学教育，针对

[1] 中华人民共和国教育部. 基础教育课程改革纲要（试行）[J]. 中国教育报，2001-7-27.

[2] 涂萍，王较过，郑英娟.“做中学”实施过程中的误区及对策[J]. 内蒙古师范大学学报（教育科学版），2006（8）.

具体的教学课题给出了详细的指导。保证了实际课堂上，教师严格遵循这些教学程序。该项目小组负责教师培训工作，参与“做中学”的教师从一开始就能够受到良好的培训。其中有些人还走出国门接受了法国教师的培训，项目小组组织的各种研讨会为教师提高自身教学水平创造了非常有利的条件。而新课程的课程发展采取了行政管理的策略。实施新课程的科学教师，其培训工作并不是由课程开发者担任，而是由各级教育行政部门来组织进行的。由于没有相关政策约束课程开发者的培训工作，课程开发者在编制出课程标准、教科书等文本文件以后，其历史使命就完成了。而由谁来培训小学科学教师，各地教育行政部门的选择并不一样。这就给新课程的课程发展留下了“死角”。由于缺乏培训，致使新课程的实施效果难以达到课程开发者的最初意图。

8.3.2 “做”的结构理论

有许多人认为，“做”就是“动动手”，这么简单的问题还需要讨论吗？还有人认为，“做”就是“玩玩”，有什么名堂？如果持有这种看法，不但不利于贯彻“做中学”，反而还会阻碍“做中学”对小学科学课程的改造。第6章对教师实际课程的观察研究表明，目前，小学科学课堂上的“做”，更多地表现为身体活动的、被动的和模仿他人的“做”，属于较低层次的“做”，尚未出现“自我理论和思想指导下的做”。如果不进行深入分析，人们有可能被课堂上令人眩目的“做”所迷惑，而丧失了开展基于“理论和思想指导下的做”——真正的科学探究活动。因此，很有必要深入分析“做”的结构。下面将从理论维度、态度维度和方法维度3个维度阐述一下“做”的结构。

1. 理论维度

从与理论联系的密切程度来看，有4种层次的“做”。“身体活动”、“模仿地做”、“他人指挥下的做”和“自我理论和思想指导下的做”。人的身体活动，乃是最低级层次（第1个层次）的“做”，准确地说是运动和感觉器官的活动，如双手、双脚，以及完成这些活动中的感觉器官的活动。这种“做”受意识控制的程度最低，常常被看做儿童或人的天性的身体的本能反应。例如，儿童见到桌子上摆放着针、纸片、橡皮及一盆水，他就会将它们一一扔进水里，捞出来；再扔进去再捞出来，多次重复这一动作。这种做可以带来儿童感觉器官的快乐和兴奋。“身体活动”是完成其他层次“做”的基础，人身体中的各种感觉器官、运动器官，是“做”得以进行的保证。所以它处于“做”的层次中的最低层。第2个层次是“模仿地做”。这种“做”需要模仿意识的控制，是用已有的产品或成果控制“做”者的思维，完成身体的活动，而没有学生的主动思维来控制。比如课堂上教师做完演示实验，学生再重复做一次。第3个层次是在别人指导、指挥下的做，如教师将实验的目标、操作方法、所需的药品和材料写在黑板上，学生照方抓药地“做”，视为“他人指挥下的做”。最高层次的“做”，即第4个层次的“做”，是有理论和思想做指导的做。理论可以是“创意”，可以是关于一个问题的“理论假设”，也可以是一个“计划”。波普尔认为，人类知识的认识不是从纯粹的观察开始的，而是从猜想开始的。猜想就源于人类的“理论假设”，因此，人们对事物的观察或感知不是被动地“被给予的”，而是主动探求的结果。人类正是通过主动的“猜想”来取得知识的进步。

“做中学”所倡导的“做”，最终要达到在“理论假设”指导下的实践活动（实验或者设计）。舍此“做”而不为“做”也。

2. 态度维度

从态度上来讲，“做”有“马马虎虎地做”、“应付了事地做”和“精确地做”。“做中

学”倡导的是后者而非前者。中国传统文化中很讲究“精致”，但并不求“精确”。瓷器是中国文明的象征，但是制作瓷器并不要求精确的技术。如果一炉中的瓷器完全一模一样，那么在古人看来，瓷器就失去了欣赏和创造的价值。在上海市初中八年级的语文教材中，曾经选用了胡适先生的一篇《差不多先生传》，文章中，胡适用幽默的笔触向人们描绘了中国人“差不多”的思维特征。在“差不多”的思维指导下的“做”，只能导致“马马虎虎地做”和“应付了事地做”。而科学是要求精确的事业，来不得半点马虎。所以，“做中学”所倡导的“做”是一种精确的做。在科学探究上，“精确地做”意味着要严格按照科学探索的程序去做，而不能想怎么做就怎么做；需要按照逻辑推理的步骤去推导，而不能为任何权威意识所左右；需要亲自动手“做”，而不能一味依靠二手资料和文献。

3. 方法维度

从与方法的联系程度来讲，“做”有“盲目地做”、“经验地做”和“系统方法指导下的做”3种类型。1958年全民炼钢的实践活动实际上就是一种“盲目地做”。在缺少炼钢知识和炼钢技术的情况下，凭着“多炼钢”和“炼好钢”的建设社会主义的满腔热血，是炼不出好钢来的。如果说“盲目地做”是依赖于人们的激情，那么“经验地做”则是依赖于人们主观的、零碎的、个别的体验和由此获得的经验。例如，对于萤火虫发光的现象，南朝梁萧绎写下了“著人疑不热，集草讶无烟。到来灯下暗，翻向雨中然”的诗句；宋朝诗人道潜认为：“可怜光彩虽无限，何似婵娟一寸辉”；清代诗人赵执信则认为萤光是借的月光“虽缘草成质，不借月为光”。对于同一种现象，他们3个人持有不同的看法。社会是由众多个人组成的，如果每个人都按照自己的见解和意见行事，对于同一个现象，必然会造成各持己见的局面，或者导致自己的意见总是遭到别人的反对。这些显然都不能算是追求真理的做法。而“系统方法指导下的做”，主要是指科学方法指导下的“做”，才是不受任何人思想的影响和左右的方法，它必然引导每个人最终得出相同的结论。借助科学方法的帮助，今天人们知道了萤火虫发光的奥秘是它的发光器内进行的一种萤光反应。因此，唯有科学方法才能引导人们获得“真理”。

可见，由方法、理论和态度构成了“做”的三维结构，如图8-1所示。在“做”的三维结构中，理论指导性、方法和态度缺一不可。这3种因素也是考量“做”的指标。态度不端正的“做”、方法不正确的“做”，甚至是没有方法的“做”，以及无理论的做，都不是“做中学”科学教育所倡导的。

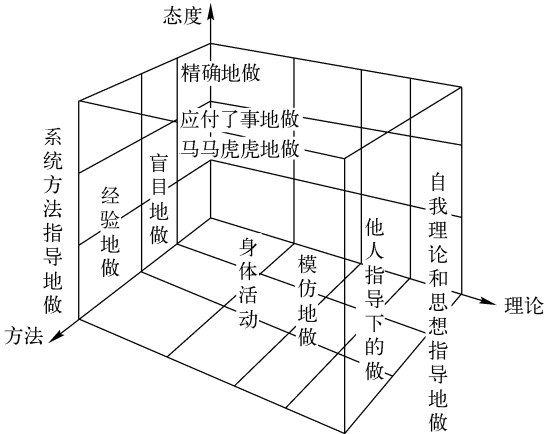


图8-1 “做”的三维结构

这是实施“做中学”时，必须搞清楚的第一个概念。第二个概念，就是在“做”中要“学”什么的问题。

8.3.3 “学”什么

提出这个问题，可能会有很多人不以为然。“学”什么，还需要讨论吗？只要让学生坐在教室里，学习就会自然发生。这种看法显然是错误的，但它却又是当今中小学生学习生活

的真实写照。那么在现代科技社会，学习意味着什么？

1. 学习即生活

学习即生活是由教育与生活的根本统一所决定的。无论是杜威的教育即生活，还是陶行知的生活即教育理论，都指向了教育与生活的统一性。他们都认为在生活中接受教育和在教育中享受生活实际上就是一回事。为了实现这一理念，杜威和陶行知开发了源于生活而又高于生活的课程，倡导儿童“从做中学”。但是，我们现在却将二者隔离开来。前面研究发现，目前小学科学教育还局限在学校里，学生的学习和社会很少发生联系；家庭参与了学校的科学教育，但却充当了完成学生可以在学校完成任务的替代学习场所；在互联网迅速普及的今天，计算机和网络还不能在课堂中作为学习工具来使用，教科书以外的图书也同样很少作为学习资源来使用。可以想见，儿童只能“坐”在与社会隔绝的钢筋混凝土造就的教室里，单一地使用薄薄的一本教科书来学习科学，这样的教育与封建时代坐在私塾里面两耳不闻窗外事的“读死书”和“死读书”有何两样呢？

教育与生活相统一意味着教育不能脱离生活，应当反映生活的真实。当生活步入现代社会时，教育要紧跟社会发展形势，为学生学习营造一个现代的学习环境。当人们建起了豪华气派、设施完备的科技场馆时，应当考虑发展适合孩子们科学教育的馆校共建课程，由科技场馆的工作人员与学校教师联手开发，使孩子们在参观科技场馆时受到教育。当人们建起了干净卫生的社区时，应当挖掘社区中的科学教育资源，发展和建立社区科学教育平台。社区中的科学教育资源可以包括科学工作者，还可以包括社区中的其他场所，通过社区与学校的联合，使孩子们能够充分利用和享受到社区的科学教育资源。当人们建起了“花园式校园”时，需要为孩子们科学探究活动留下一个属于他们的空间——“生物角”或“动物园”。当人们建起一个又一个“信息技术室”时，应当开发计算机在科学教育中的教育功能，使它们成为孩子们学习科学的一大武器。而不应把计算机连同信息技术室闲置起来，以杜绝“网瘾”的名义使之成为孩子们学习的“禁地”。在儿童好动的年龄、成长的时代，不应该将他们束缚在教室里面，与外面的大自然相隔绝，与社会科技教育资源相隔绝，与周围的生活相隔绝。

学习即生活是由生活世界与科学世界相统一所决定的。“生活世界”这一概念源自德国著名哲学家，现象学奠基人埃德蒙德·胡塞尔（1859—1938年）晚年提出的“生活世界”理论。胡塞尔认为自17世纪兴起而19世纪鼎盛的“素朴的科学主义”思潮，使得欧洲近代科学陷入危机之中。其原因就在于近代科学已经丧失了它的“生活意义”或“生命意义”，而完全变成了“实证科学”、“事实科学”。^{〔1〕}由于实证主义科学理念的影响，欧洲人陷入了“生活世界”缺失的病态——纯粹的“科学世界”中而不能自拔：将一切不可能加以量化的世界，如美的世界、善的世界、信仰的世界等“遗忘”；科学不再与人的“生活”或“生命”相关，即使相关，也是被数量化或理念化的“事实”——“纯粹的事实科学造就纯粹事实的人”。科学理性的鼎盛导致了一场科学与人的危机。在胡塞尔看来，克服欧洲近代科学与人危机在于弥合“科学世界”与“生活世界”之间的裂隙，重新回归“生活世界”。

在胡塞尔看来，近代科学是从自然态度中的生活世界或生活世界的自然态度中发展起来的。科学理论所描述的存在于观念中的特殊的理性视域组成了科学世界，它是生活世界的理

〔1〕 朱刚．胡塞尔生活世界的两种含义——兼谈欧洲科学与人的危机及其克服〔J〕．江苏社会科学，2003（3）．

性沉淀物。因此,“生活世界”是“科学世界”和“哲学世界”以及其他世界的基础。^[1]它不仅具有奠基性特征,还具有主观性、相对性和非课题性的特征。回归“生活世界”,关键并不在于返回这种生活世界,而在于对诱发危机的自然态度本身进行反省,对被自然态度视为客观自在的生活世界进行还原,^[2]由存在于日常生活结构之中的“日常生活世界”回溯到“在起源上最先被给予”的“基底世界”(Substratswelt),即“原始生活世界”或“纯粹经验世界”。

胡塞尔的“生活世界”理论是基于对“近代科学鼎盛发展后对人类文明所产生的消极影响”这一重大问题的思考而提出的。由于近代科学诞生于西欧文明中,由此便形成了两种“生活世界”:一种是诞生了近代科学的“西欧式的生活世界”,另一种是没有诞生近代科学的“非西欧式的生活世界”,其中就包括我们生活于其中的“东方式的生活世界”。对中国文化而言,我们未曾产生出近代科学;且近代科学被引入中国以后,科学的发展和繁荣程度要远远低于欧洲的水平。在我们的精神视域中,是否形成了“科学世界”,这还是一个值得探讨的问题。我们所面临的危机并不是像欧美那样陷入了“科学世界”无力自拔,而在于如何在扬弃“东方式的生活世界”中积极构建“科学世界”并发展“科学世界”。

毫无疑问,科学教育可以帮助我们构建并发展“科学世界”,但脱离生活世界的科学教育,或基于纯粹科学世界的科学教育并不是好的科学教育。有人认为,科学世界的教育是一种体系化的教育、技术化的教育和课题化的教育;生活世界的教育是一种自然的教育、直观的教育和奠基性的教育。^[3]胡塞尔的发现启示我们,“科学世界”源自“生活世界”,“生活世界”是“科学世界”的奠基,只有将二者融合在一起才能够避免“科学世界”与“生活世界”的分离。因此在科学教育中,学生的学习不仅是对“日常生活世界”的学习,更是对“纯粹经验世界”的学习。高速发展的经济社会,带来了各种生活便利,但也令生活在其中的儿童丧失了在学习生活中学习自然经验,以自然的态度学习自然经验的诸多机会。从小到大,生活在城市的学生很少有机会走进大自然去玩玩水、搓搓泥巴、捉捉鱼,看看蝌蚪和青蛙,更不能随便去路边和花园里闻闻花香、听听鸟语、玩玩玻璃万花筒。生活在农村的儿童,由于“应试教育”的影响,他们中的绝大多数并不能在适合探究的年龄接受正规的关于科学世界的教育。

因此,科学世界教育与生活世界教育相统一,意味着学习即生活。试想,如果科学课堂上再次将自然的生活拒之门外,那么,未来还会有多少孩子们会对自然界产生好奇心,并将其维持到成年呢?如果科学课堂上再次令孩子们束手束脚,空对着课本“在脑子里探究”,那么未来还会有多少人会懂得生活世界——“原始生活世界”或“纯粹经验世界”的本来面目呢?

2. 学习需要默会认识

可言述知识(或名言知识、明确知识, Explicit Knowledge)和不可言述知识(非名言知识、默会知识, Tacit Knowledge)是波兰尼知识哲学中的一对基本概念。波兰尼认为:“人类的知识有两种。通常被描述为知识的,即以书面文字、图表和数学公式加以表述的,只是一种类型的知识。而未被表述的知识,如我们在做某事的行动中所拥有的知识,是另一种知

[1] 胡塞尔. 欧洲科学的危机与超越论的现象学 [M]. 王炳文, 译. 北京: 商务印书馆, 2000: 558.

[2] 朱刚. 胡塞尔生活世界的两种含义——兼谈欧洲科学与人的危机及其克服 [J]. 江苏社会科学, 2003 (3).

[3] 项贤明. “生活世界”的教育与“科学世界”的教育 [J]. 教育研究与实验, 1999 (4).

识”。^[1]前者即可言述知识，后者为不可言述知识。例如，在进行天文学研究时，在天体力学的公式中用以表示经度、高度和时间的数字并不是经验事实，它们先前只是某一特定天文台中仪器上的数据，在成为精密研究的数据之前，依赖于科学家个人科学测量技能的处理。而如何才能够得到精确的数据，将各种误差减少到最低程度，这就需要科学家的“行家绝技”，这种行家绝技就属于“不可言述知识”。无论可言述知识还是不可言述知识都依赖于人类的默会认识。在波兰尼看来，默会知识是人类获得和持有知识的终极能力，“默会知识是自足的，而明确知识则必须依赖于被默会地理解和运用。因此，所有的知识不是默会知识就是植根于默会知识。一种完全明确的知识是不可思议的”。^[1]那么，什么是默会认识呢？波兰尼认为默会认识本质上是一种理解力（Understanding），是一种领会，把握经验、重组经验，以期实现对它的理智控制力。^[1]波兰尼在总结了 20 世纪以来心理学家对动物学习的研究成果之后，认为人类的各种学习方式可以分为窍门学习、符号学习和隐性学习 3 种类型，高度发达于动物中的 3 类学习（见表 8-2^[2]）。其中隐性学习源泉在于智力的内隐运作，即所谓的“默会认识”。

表 8-2 窍门学习、符号学习和隐性学习的区别和联系

	动物学习范例	起 源	特 点
窍门学习	斯金纳饥饿老鼠学习压杠杆获得食物	能动性	使知识增加
符号学习	训练一条狗使其看到屏幕上的红灯闪亮后预见到马上会受到电击	感知力	操作一个固定的知识框架
隐性学习	发现新窍门以后，运用某种规则重组自己的行动以为某一目的服务； 学习新符号以后，会于感觉场中运用某种规则重组自己的感觉场	智力的内隐运作（默会知识）	具有高度的创见性

波兰尼认为，窍门学习是一种启发性行为，起源于人的原动力或能动性，可以使知识增加；符号学习，即观察行动所遵循的符号－事件关系，主要起源于感知。这两种学习比较原始，分别来源于人类的能动性和感觉力。而隐性学习是以智力的内隐运作的方式处理和重组前两种机能所获得的经验，属于高级的学习形式，依赖于智力的内隐运作。它是智力从一个情景的隐性知识中，通过逻辑操作从中引出有关此情景的更深入的理性推理，更多地指向问题的解决。这样，学习就变成了一段时间沉静的深思熟虑之后的“顿悟”行为。因为隐性学习过程发生在窍门学习和符号学习之后，其过程并不外显于人们的视野之内，所以隐性学习也可以被称做默会知识。波兰尼的知识哲学对我们的科学教育是很大的启示意义的。

第 6、7 章的研究表明，现阶段的科学教育重视了科学中“可言述知识”的学习，而有意或无意地忽视了科学中的“不可言述知识”的学习。长期忽视儿童基于“动手－动脑”的科学课程，势必影响中国自主创新能力的提高。其根本原因就在于，我们没有认识到科学知识中的“不可言述知识”的教育，也没有认识到“可言述知识”的默会知识根源。总的来讲，是没有认识到人类理性认识中的默会知识。

诚然，文字、图表和公式等名言符号，给我们不断地从新的观点出发来重组我们的经验（即隐性学习）提供了各种极好的机会，它们也促进了我们的默会（隐性学习）能力。但是，

[1] 转引自郁振华．波兰尼的默会知识论 [J]．自然辩证法研究，2001（8）．
[2] 根据波兰尼的相关论述改编。见迈克尔·波兰尼．个人知识 [M]．许泽民，译．贵阳：贵州人民出版社，2000：104－113．

默会认识能力的培养却不能够完全依靠文字、图表和公式等名言符号的学习来培养。按照波兰尼的认识理论,人类有两种意识,一种是焦点感知(focal awareness),另一种是附带感知(Subsidiary Awareness)。^[1]默会认识(Tacit Knowing)是认识者把诸多细节、线索作为辅助物整合进焦点感知对象,在附带感知和焦点感知之间建立起 from-to 的动态关系。^[2]因此,科学教育不仅要培养儿童对科学知识的焦点感知能力,而且更要注意发展儿童对于科学知识的附带感知能力,以促使儿童在学习科学时把诸多细节、线索作为辅助物整合进科学知识中。例如学习测量,不是记住几个度量衡单位的换算关系就可以了,而要让孩子们自己动手去做测量;学习物体的分类,不是记住分类要按照一个标准去分,而要让孩子们接触实物去触摸闻嗅;学习物体的运动,不是记住速度等于距离除以时间,而要让孩子们通过改变其中的一个变量,获得物体运动真实变化过程的种种“细节”、“线索”等。德国学者雅斯贝尔斯指出:“真正的科学是一种智者的知识,假如把信仰科学的焦点集中在科学技术的成果上,而不是了解其方法,那么在这种错觉中,迷信就成了真正信仰的膺品,人们就会把希望寄托在仿佛是固定不变的科学成果上”。^[3]

总之,要让孩子们学到科学家的认识技艺、科学家的科学方法、科学家的科学态度和科学精神等,必须在持续的正规教育中给向子们提供“做科学家”的机会。让孩子们在对知识的焦点感知的同时,获得丰富的附带感知。因此,学习科学离不开“默会知识”。

3. 学习即“做中学”

从学习年限上来讲,“做中学”贯穿了从幼儿园、小学、初中、高中,甚至大学学习的各个阶段。只是在不同年龄阶段,“做”的要求是不同的。在幼儿园和小学阶段,“做”涵盖了4个层次。“做中学”主要是激发孩子们对科学探究的兴趣,掌握进行科学探究的方法和养成科学思维的行为习惯,同时增加和积累对于客观事物的感性经验,为一生的科学探究打下坚实的基础。积累感性经验,将是儿童科学教育的重要任务。由于儿童时期也是学习语言的关键时期,科学概念的形成离不开语言的发展,所以“做中学”不仅传授科学知识,更重要的要教会儿童使用语言,表达对自然认识的思想。同时,科学方法的学习和掌握,也将成为儿童科学教育的主要内容。现在有很多人认为“做中学”就是“玩”,只能在幼儿园开展,在小学无法推行,理由是小学阶段依然要以学习知识为主。那么,科学知识是如何学习的呢?如果从儿童阶段就灌输科学知识,而将人类探索科学知识的“真实的历史过程”和“真实的发现过程”遮蔽起来,中国的儿童,何时能够发展他们那种与生俱来的对世界的好奇心?如何去积累探索世界的经验呢?

中学阶段的“做”将关注学生专门技能的训练。“做中学”将在先期积累的感性经验和掌握科学方法的基础上,扩大孩子们科学探究的视野和领域,以及研究的深度。大学阶段,将进一步加深科学探究的难度和广度。随着年龄的增长,“身体活动”方面的“做”将越来越倾向于专门技能和技巧的学习;“模仿地做”、“他人指挥下的做”中的主动性成分将越来越多;从幼儿园开始,“自我理论和思想指导下的做”,就应当一直贯穿于所有阶段的教育中。第4个层次的“做”,即是传统教育的盲点,也是检验未来科学教育改革成败与否的个关键所在。著名科学家丁肇中曾经以自己科学研究的经历,指出中国传统教育中所倡导的埋

[1] 以锤子击钉子为例,我们的注意力在钉子身上,这是我们的焦点感知;而对握有锤子的手掌和拿着钉子的手指的感觉,也同样存在且与焦点感知的程度一样,只是不被我们察觉,这种感知就是附带感知。

[2] 郁振华.波兰尼的默会知识论[J].自然辩证法研究,2001(8).

[3] 博斯贝尔斯.什么是教育[M].邹进,译.上海:上海三联书店,1991:142.

头读书应付一切和什么都遵照老师的指导去做科学研究的做法，在科学研究上是最要不得的。实验的过程不是消极的观察，而是积极的探索。因此，在研究中需要自己做主张、出主意。科学探索应该有想象力、有计划，不能袖手旁观。^{〔1〕}说的就是最高层次的“做”。

概括起来，“做中学”所倡导的学习的内涵包括：

- 学习即生活；
- 学习需要默会知识；
- 学习即“做中学”。

8.4 用“做中学”改造小学科学课程的可行性

基于对小学科学课程发展的历史研究和国际比较研究，对小学科学教育所面临的各方挑战的实证研究，以及对“做中学”科学教育项目的考察，我们可以对未来中国小学科学教育的发展趋势做出一个审慎的判断，即用“做中学”改造小学科学课程，必将有利于未来中国小学科学教育的发展。

8.4.1 用“做中学”改造小学科学课程的必要性

第一，从历史上来讲，自科学课程被引入小学校以后，我们未能形成一个一脉相承的良好科学教育传统和课程发展传统。因此，可资借鉴的历史经验很少。

第二，从国际科学教育发展和小学科学课程发展的历程来看，在丰富多彩的科学教育思想和理想课程观的指导下，国际小学科学课程发展走过了一条与中国相异的课程发展路径，已经进入“科学的”、“理性”发展阶段，形成了一个由“实物教育”转向“探究教育”一脉相承的教育传统。国际科学教育实践既给我们提供了可资借鉴的经验，也给我们带来了挑战。如果再不抓住机遇对小学科学课程进行彻底的变革，而任由小学科学课程“自然”发展，我们将会错失推进小学科学教育由传统向现代，实现跨越式发展的历史机遇。

第三，新课程改革的实践表明，生搬硬套国外的理论不能够解决中国教育改革中遇到的问题。解决中国的教育问题，尤其是科学教育问题，必须考虑中国的国情和传统文化。毫无疑问，“做中学”科学教育实验项目可以说是目前中国最好地体现了“做中学”科学教育思想的课改实践。“做中学”在引进国外科学教育项目的同时，还做了大量本土化的实践工作，既取得了扎实有效的科学教育经验，也形成了可与国际小学科学课程发展潮流相抗衡的、独具特色的科学课程发展经验。将“做中学”的成功经验与科学教育思想，引入中国当代的小学科学课程改革，势必能够发挥它在小学科学课程实施中的“催化剂”的作用，改善和促进中国的小学科学课程改革。

第四，国内成熟的科学教育改革项目屈指可数，选择用“做中学”改造小学科学课程，可以说是唯一的选择。以中国现有的国情，这样做既可以推进小学科学课程的改革进程，又可以节约重新发展小学科学课程所耗费的各种成本，如时间、经费和研究人员的精力等，也是一件利国利民的好事情。

8.4.2 用“做中学”改造小学科学课程的含义

用“做中学”改造小学科学课程意味着采用“做中学”科学教育思想和课程发展经验来

〔1〕 丁肇中：应有格物致知精神 [J]：散文选刊，1999（2）。

改造小学科学课程，实现小学科学课程由传统“自然教育”向“做中学”科学探究教育的跨越式发展。

在改造的过程中要避免两种错误做法。

一是替代式改造。前面指出，“做中学”科学教育实验项目是在中国新课改历史背景下诞生的一种新的科学课程（LBD 课程）。替代式改造是将 LBD 科学课程直接确定为国家课程，取代原有的科学课程进入学校实施。这种“替代式”的改造只需要一纸命令就可以完成，但是这样将会使小学科学课程改革陷入“形式改革”的泥潭。新课改的实践就是一个例子，在正式课程层面我们以科学课程取代自然课程，但是这样的取代在其他层次的课程层面上却无法同步实现。如前所述，新课改凸现出来的问题，如理想课程的缺失、课程开发的基础性研究工作相对不足、可理解课程开发程度不足以及教师实践性课程未能得到有效改善，导致本次课改未能深入到课程的各个层面，停留在了“形式改革”层面，不能算得上真正的课程改革。因此，仅从正式课程上去“替代式”地对接两种课程，在目前的国情条件下，显然是达不到课程改革的真正目的的。

二是增加式改造。这种改造是将 LBD 科学课程确定为地方课程，由条件成熟的省市来选择其作为地方正式课程，进入学校实施。这种“增加式”的改造表现在了地方正式课程层面和实践性课程两个层面，比替代式改造的程度和范围都要广。但是，这种改造将会带来一个无法回避的问题，即如何处理学校课程、地方课程和国家课程之间的关系问题。

作为课程改革和课程实施的主阵地，如果 LBD 科学课程是以地方课程或校本课程进入学校，那么学校在实施 LBD 科学课程时，势必要面临国家课程和 LBD 科学课程之间在课时、教学内容、课程评价等方面的矛盾。按照《基础教育课程改革纲要》的要求，学校必须在执行国家和地方正式课程之后，在有余力的情况下才“选用”校本课程。如果学校选用了 LBD 科学课程，科学课程就由原来的一门变成了两门，无形之中，会增加教师的教学负担，也会在课时、教学内容、课程评价等方面，给学校带来一些原先没有的矛盾。还有，学校是否能够承担起教师实践性课程的培训工作任务？如果不能承担，由谁来做这项工作呢？

而最为关键的是，在中国现有的课程管理制度下，学校不可能抛弃国家正式课程或地方正式课程，来自由地选择课程。如果 LBD 科学课程不能够独立地进入学校，就有被边缘化的可能性。如果被边缘化，那么 LBD 科学课程将无法承担起小学生科学教育的重任，着实是中国科学教育研究资源和经验的一种极大浪费。

因此，这里所谓的“做中学”改造小学科学课程是指，在“做中学”科学教育理论指导下，将“做中学”科学教育实验项目与小学科学课程在不同课程层次上进行相互融合和影响，以实现小学科学教育人员、科学教育资源的共享和最优组合，最终产生出 $1+1>2$ 的效果，从而最大程度地实现课程目标和教育目的。那么，如何实现“做中学”对小学科学课程的改造呢？

8.4.3 用“做中学”改造小学科学课程的可行性

1. 理想课程层面的改造

理想课程层面的改造意味着将“做中学”科学教育思想作为小学科学课程宗旨的核心内容，改变以往科学课程改革中理想课程缺失的局面，构建基于儿童动手实践和“以儿童为中心”的全面发展的新科学文化。

2. 在正式课程层面

采用“做中学”所倡导的科学教育思想指导小学科学正式课程的编制和可理解课程的全面开发。具体来讲，可用“做中学”的教育目标——通过探究式的科学教育，使儿童掌握核

心科学知识、培养探究能力和实事求是、追求真理的科学精神，来改造小学科学课程的目标体系。本次新课改中提出的小学科学课程目标是：

通过小学科学课程的学习，知道与周围常见事物有关的浅显的科学知识，并能应用于日常生活，逐渐养成科学的行为习惯和生活习惯；了解科学探究的过程和方法，尝试应用于科学探究活动，逐步学会科学地看问题、想问题；保持和发展对周围世界的好奇心与求知欲，形成大胆想象、尊重证据、敢于创新的科学态度和爱科学、爱家乡、爱祖国的情感；亲近自然、欣赏自然、珍爱生命，积极参与资源和环境的保护，关心科技的新发展。^[1]

两者比较，可以发现，小学科学课程目标在倡导“实事求是和追求真理”的科学精神和“培养探究能力”方面，其力度不如“做中学”。在这方面，还有很大的改造余地。在课程内容上，可将“做中学”的内容框架作为小学科学课程的课程内容。^[2]与现行小学科学课程标准的内容相比，“做中学”内容框架除了提供物质和物理科学、生命科学、地球和环境科学三大领域内容以外，还对这些内容进行了概念分解，并且增加了设计和技术领域、探究能力和社会情绪能力方面的内容标准。折射了“做中学”科学教育的全面性和关注儿童概念发展的层次性和重视儿童概念转变的科学教学理念，相关研究赶上了国际科学教育潮流。可见，在课程宗旨和课程目标及内容上，都有改造空间和余地。

目前，依照“做中学”理想课程的要求对小学科学正式课程的改造已然启动，据韦钰院士博客介绍，2007年3月2日，教育部基础教育司组织成立了小学科学课程标准修订工作组，会议议定“做中学”的负责人韦钰同志作为召集人，以具体承担小学科学课程标准修订工作。^[3]该小组成员名单见表8-3。

表 8-3 小学科学课程标准修订工作组成员名单

姓 名	性 别	工 作 单 位	学 科 专 业*	职 称
韦钰	女	中国科协、教育部、中国工程院	电子学，生物医学工程	院士
母国光	男	南开大学现代光学研究所	应用光学	院士
沈岩	男	中国医学科学院基础医学研究所	医学分子遗传学	院士
张少泉	男	中国科学院地球物理所	地球物理	研究员
褚福磊	男	清华大学精密仪器与机械学系	工程学	教授
叶善专	男	东南大学学习科学研究中心	物理，物理教育	教授
林长春	男	重庆师范大学化学学院	化学，化学教育	教授
郝京华	女	南京师范大学教育学院	教育学	教授
郁波	女	中央教科所	化学	副研究员
喻伯军	男	浙江省教育厅教研室	科学教育教研员	小学特级教师
刘唐育	男	天津市教研室	科学教育教研员	高级教师
韦志榕	女	人民教育出版社	地理	研究员
王红旗	男	北京师范大学水科学研究院	环境科学	教授
伍新春	男	北京师范大学心理学院	教育心理学	教授
施建农	男	中国科学院心理研究所	儿童发展与教育	研究员

*：学科专业按正式学历和目前从事工作的一（或二）级学位专业划分。

[1] 中华人民共和国教育部. 科学（3~6 年级）课程标准（实验稿）[M]. 北京：北京师范大学出版社，2001：11.
[2] 《“做中学”内容标准（试用本）》已于2006 年提交中国教育学会小学科学教育专业委员会审议通过，并于2007 年4 月由人民教育出版社出版。
[3] 韦钰. 2007 年小学科学课程标准修订工作组工作汇报. 韦钰 blog，2008 -3 -7.

从表8-3可以看出,15名专家来自不同领域。其中科学家6人,第一线教研员2人,原《科学》课程标准制定组主要成员2人,高等师范学校科学教育研究人员1人,人民教育出版社专家1人,心理学专家2人,东南大学“做中学”项目的专家1人。从人员组成上,满足了科学课程开发以科学家为领导、多方人员参与的基本条件。

3. 可理解课程层面的改造

可理解课程层面的改造意味着在课程开发和课程编制的一般原理的指导下,借鉴科学研究的范式和过程,有步骤地开发课程。在这方面,“做中学”科学教育实验项目已经做了大量的工作,随着“做中学”小学阶段全部教学案例的开发,可理解课程层面的改造将有望实现。

4. 实践性课程层面的改造

相比正式课程和可理解课程的改造,实践性课程改造难度也是最大的。在课程变革中,教师具有比课程或教学材料更大的影响。因为课程变革必须通过教师的改变进而促使学生学习发生合意的变化。所以教师改变不仅是课程实施的重要途径,而且是课程变革的一个基本目标。^[1]正如雅克·德洛尔所说:“没有教师的协助及其积极参与,任何改革都不能成功。”^[2]古德森也强调,只有当教师的个人投入被视为变革动力及其必要目标时,教育变革才最有成效。^[3]因此,很有必要研究实践性课程的改造上(改造什么,如何改造等)加以深入研究。本书第5~7章的研究成果部分地回答了改造什么和如何改造的问题,接下来的第9章将继续从科学文化建设和课程发展两个角度,探讨振兴和发展中国小学科学教育事业的方略。

5. 经验课程层面的改造

当我们编制出“做中学”科学教育课程,采用“做中学”科学教育理念和遵循课程发展规律实施科学课程时,才有望更好地促进学生科学素质的提高,发展学生的经验科学课程。在科学研究中,创新能力和动手实践能力是相辅相成的。“做中学”对学生经验课程最大的影响,莫过于对学生动手实践能力和创新能力的解放。长期以来,我们的学校教育也强调“坐中学”——让学生端端正正地坐在课堂上和认真地“听中学”——记忆教师讲授和教科书中的内容,而忽视让学生在“做”科学中“学”科学,这样的经验课程对培养未来一代的动手实践能力和创新能力的危害是极其严重的。有这样一句顺口溜:“幼儿园最想动,小学不让动,初中不能动,高中不愿动,大学想动也动不了”,形象生动地描述了在一个不倡导“做中学”的教育环境中,一个人如何逐步丧失了他的动手能力和创新能力。就像人的游泳能力只有在下水游泳中才能得到提高和培养一样,在科学课堂上,只有解放学生的双手,解放学生的思维,赋予学生“做中学”的自由,才有望培养和提高学生的动手实践能力和创新能力。

8.5 小结

本章首先,介绍了“做中学”探究式科学教育实验项目及其特点,指出与中国正在进行

[1] 尹弘飏,李子建.课程实施与教师心理变化[A]//钟启泉,崔允漷.第八届两岸三地课程专家论坛论文集[C].浙江杭州,2006:55.

[2] 联合国教科文组织总部中文科,译.教育——财富蕴藏其中[M].北京:教育科学出版社,1996:15.

[3] Goodson, I. (2001) Social histories of educational change. Journal of Educational Change, 2 (1). pp. 45-63.

的小学科学课程改革相比，“做中学”科学教育实验项目更像一场“科学的”、“社会的”、“发展的”课程改革运动。

其次，通过对比分析“做中学”与杜威的“从做中学”教育理论，指出“做中学”是“从做中学”在科学教育领域中的一种发展，不能把二者截然分开。

再次，在对“做中学”进行深层次分析以后，提出了“做中学”科学教育理论。该理论包括“做”的结构理论和基于三维结构“做”的“学”理论。“做中学”倡导的“做”，是一种基于理论指导的、有方法依据的精确地做。理论指导性、方法和态度3个纬度或因素缺一不可，它们也是考量“做”是否做了的指标。而“做中学”倡导的“学”，其内涵包括：学习即生活、学习需要默会知识、学习即“做中学”。

最后，从课程的5个层次上讨论了用“做中学”改造小学科学课程的可行性。

第9章 小学科学教育事业的发展与振兴

研究显示,中国小学科学教育经历了坎坷的发展之路,目前,又面临着来自国际和国内科学教育和课程改革的诸多挑战。构建“做中学”科学教育理论并用“做中学”改造小学科学课程,不失为应对挑战的一个选择。

但仅此还远不能振兴和发展小学科学教育事业。我们不可能抛弃过去的历史条件——拥有五千年灿烂文明的中国传统文化没能孕育出自然科学体系,而另外选择科学教育的文化背景。那么,如何在保持中国文化传统的同时去发展科学教育呢?这就需要提倡文化自觉和科学文化建设,需要用课程规律发展课程。

本章从文化建设和课程发展两个角度对如何振兴与发展小学科学教育事业的问题进行了深入探讨。

9.1 科学文化自觉及建设

9.1.1 科学文化自觉

历史上,不乏中国传统文化与外来异质文化相互交流的时期。但没有哪一种文化能与西方文化对中国文化造成的冲突相比。从清末一直到“五四”运动时期,人们对于两种文化争论的主题主要集中在东西方文明的异同、优劣的文化比较、新旧文化能否调和的价值比较,以及一战之后中国应采用何种文化、走什么道路的政治方针比较等方面。^[1]面对西方强大的科学技术文明,在如何对待中国传统文化与西方文化的关系上,自清末以来产生了多种文化观,如固守“文化复古”的文化保守主义,宣扬“全盘西化”的文化激进主义以及强调“中体西用”的文化折中主义。梁启超在对西方文化深入反思以后,提出要在尊重传统文化的基础上,学习和研究西方文化,进而发展传统文化:

我希望我们可爱的青年,第一步,要人人存一个尊重爱护本国文化的诚意;第二步,要用那西洋人研究学问的方法去研究他,得他的真相;第三步,要把自己的文化综合起来,还拿别人的补助他,叫他扩充,叫人类的全体都得着他的好处。^[2]

20世纪90年代,随着经济全球化的发展,世界各地多种文化之间的相互交流越来越频繁,越来越剧烈。面对这种形势,1997年1月5日至12日,在北京大学社会学人类学研究所主办的第二届社会文化人类学高级研讨班的闭幕式上,中国著名社会学家费孝通先生提出一种新的文化观——文化自觉。呼吁大家致力于对中国社会和文化的科学反思,用实证主义的态度和实事求是的精神来认识有着悠久历史的中国社会和文化:

文化自觉只是指生活在一定文化中的人对其文化有“自知之明”,明白它的来历、形成过程、所具的特色和它的发展趋向,不带任何“文化回归”的意思,不是要“复旧”,同时也不是主张“全盘西化”或“全盘他化”。自知之明是为了加强对文化转型的自主能力,取

[1] 陈荪.“五四”前后东西文化问题论战文选[C].北京:中国社会科学出版社,1985.

[2] 梁启超.欧游心影录[A]//饮冰室合集·专集之二十三[M].北京:中华书局,1989:37.

得决定适应新环境、新时代时文化选择的自主地位。文化自觉是一个艰巨的过程，首先要认识自己的文化，理解所接触到的多种文化，才有条件在这个已经在形成的多元文化的世界里确立自己的位置，经过自主的适应，和其他文化一起，取长补短，共同建立一个有共同认可的基本秩序和一套各种文化能和平共处，各抒所长、联手发展的共处守则。^[1]

可见，“文化自觉”有两层含义：一是在文化交流、交往、碰撞中清醒而客观地认识自己民族的文化和异己的民族文化，这种认识姑且称为“文化分析”；二是指在此基础上创造文化以实现民族文化的自主和多元文化的和平共处，这就涉及“文化建设”的问题。

进入 21 世纪，中国的科学技术迎来了一个迅猛发展的大好时机。这对教育，尤其是科学教育提出了严峻的挑战。我们比以往任何时期都迫切地需要科学文化自觉，需要提升中国传统文化在科学上的自主创新能力。科学文化自觉是文化自觉中的重要内容，包含科学文化分析和科学文化建设两层含义。科学文化分析的内容包括客观而全面地认识科学；客观地认识中国传统文化中不利于科学的因素。科学文化建设的内容包括构建和倡导“做文化”，树立和弘扬“学道”尊严，实施基于“科学文化自觉”的科学教育。

9.1.2 科学文化分析

1. 客观而全面地认识科学

韦钰院士指出，科学文化是不同文化中最具有共同性的部分，其核心的精神是实事求是，追求真理，是 21 世纪中国人应该具有的重要文化。^[2]那么，什么是科学呢？科学不同于中国学术传统的特点是什么呢？

一般认为，近代科学的源头在古希腊文明。生活在爱琴海岛屿的古希腊人，带着一种与生俱来探究“存在”的持续好奇心，以及崇尚智慧的文化传统。古希腊人专门发明了一个词语“爱智慧”——Philosophy，即今天所谓的“哲学”，来表达和记载他们发现的所有知识及由其组成的所有有系统的学问。柏拉图把古希腊爱智慧的人分为 3 种性质截然不同的人物：哲学家、智者和政治家。他认为智者是富家子弟付酬的猎手、精神上的经验知识的输出者、在本邦市场上出卖这种知识的零售商、这种小型知识的制造者、论战的“敌人”、敌视知识的各种信念的“精制者”。而哲学家，则是“智慧的爱好者”、“真正专心致志于真实存在的人”。他们“能正确论证每一事物的真实存在”，“懂得如何在多中找出一和在一中找出多的辩证论者”。^[3]可以说，哲学家是最早献身于科学研究的一批学者，而智者则是最早从事科学研究成果传播与教育工作的学者。源于古希腊的科学在其漫长的发展历程中形成了不同于中国学术传统的几大特点。

1) 多中寻一与数学·几何

在多中寻找一，这个“一”，就是“Logic”，自然规律。希腊人采用擅长的希腊式的思辨方法去寻找，创建了许多学派。这其中获得了正确的理性工具的当属爱奥尼亚自然哲学家学派。该学派中来自米利都的泰勒斯（Thales of Miletus，公元前 580 年左右）^[4]首先摆脱神话

[1] 费孝通. 论人类学与文化自觉 [M]. 北京: 华夏出版社, 2004: 208.

[2] 韦钰. 科学教育和文化自觉. 韦钰 blog, 2005-11-23.

[3] 陈恢钦. 柏拉图理想主义政治思想的基本特征 [J]. 北京大学学报·哲学社会科学版. 1999 (6).

[4] 2500 年前的泰勒斯就将自己在巴伦旅行所学习的大量的科学和天文学中的数学知识，最早带入希腊。他从埃及测量金字塔的经验中概括了相似三角形性质的知识，又首先提出了第一个逻辑推理系统。为毕达哥拉斯学派的重大发现并最终导致《几何原本》的问世，创造了条件。

传统而第一个假定整个宇宙是自然的，是普通知识和理性的探讨可以解释的。^{〔1〕} 泰勒斯把宇宙的基本元素解释为水，而阿那克西曼德认为是气，赫拉克利特以为是火，这些思潮最终启发了德谟克利特提出“原子论”（直到现在，人们还未能认识清楚原子的真实面目）。泰勒斯认为借助于观察和推理，人们能够解释自然界中发生的一切，自然界服从规律。^{〔2〕} 他是个别的实际应用中提出抽象的原理，创建了一门演绎科学——几何学（Geometry），被后世认为是希腊精神最成功的产物。经过萨摩斯的毕达哥拉斯（Pythagoras of Samos）的发展，为三百年后亚历山大里亚的欧几里得（Euclid of Alexandria）写作《几何原本》提供了丰富的素材。根据列昂纳多的考察，几何学为科学做出了巨大贡献。欧几里得对空间的描述，他所阐明的抽象与证明的逻辑思维模型，自古代到中世纪理性复兴，一直到19世纪，在教育与自然哲学方面起过重要的作用。经过笛卡儿使代数学和几何学联姻的发明，坐标几何的知识为牛顿与莱布尼茨开创微积分与物理学的新时代创造了条件。而高斯弯曲空间对欧几里得空间的革命，使得数学与物理实现了创新，为爱因斯坦把时间添加到空间的纬度中、提出狭义相对论创造了有利条件。未来，几何学将有望为弦论提供更加有利的证据，弦论的建立，将会引发人们重新审视人们在宇宙中的位置。

除了几何学在地理测量方面获得引起日后航海技术发展和哥伦布地理大发现的诸多重要成果外，数学在天文学和物理学方面的贡献，直接引发了库恩所谓的第一次科学革命。公元2世纪中叶，精通数学的天文学家托勒密（Claudius Ptolemy）撰写了天文学方面的百科全书《至大论》，提出了“地心说”，部分实现了柏拉图为天体运动做出合理解释的理想，并成为在哥白尼和开普勒时代来临之前处于统治和支配地位的天文学思想。尼古拉·哥白尼（Nicolaus Koppernigk, 1463—1543年）秉承毕达哥拉斯和新柏拉图主义在自然界中寻找数学关系，关系越简单越接近于自然的思想，循着行星应该有怎样的运动，才会产生出最简单、最和谐的天体几何学，对托勒密的均轮和本轮说提出了批判，提出了“日心说”，揭开了宗教与科学分离的序幕。第谷·布拉埃（Tycho Brahe, 1546—1601年）第一个对行星运动的详细情况做了精确的记录，并把这些珍贵的资料遗留给约翰·开普勒（John Kepler, 1571—1630年）。后者运用数学语言，归纳和证明出了行星运动的3个定律，展示了上帝创造世界的完美的数学法则：行星运动的轨道是椭圆，太阳在其一个焦点处；太阳中心与行星中心间的连线在轨道上所扫过的面积与时间成正比例；行星在轨道上运行一周的时间的平方与其至太阳的平均距离的立方成正比例。连同伽利略发现的地上物体运动规律，为1687年牛顿建立了经典力学体系，完成天上地下万物遵循统一规律的科学理论的大综合奠定了扎实基础。对于数学的贡献，赖欣巴哈做了最好的评价：“数学演绎与观察相结合是使近代科学获得它的成就的工具”，“谁要谈经验科学，他就不应忘记，观察和实验之所以能建立起近代科学，只是因为它们与数学演绎结合起来了”。^{〔3〕}

2) 一中寻多与观察

在一中找出多，就是探究存在的多样性和特殊性。在认识自然界的特殊性方面，迄今为止，还没有哪个人能超过亚里士多德。丹皮尔认为：“在现代欧洲的学术上除文艺复兴以外，虽然也有一些人在促进我们对自然界的特殊部分的认识方面取得可观的成绩，但是，在

〔1〕 W. C. 丹皮尔. 科学史及其与哲学和宗教的关系（上册）〔M〕. 北京：商务印书馆，1989：48.

〔2〕 列昂纳多·姆洛迪诺夫. 几何学的故事〔M〕. 沈以淡，王季华，沈佳，译. 海口：海南出版社，2004：18.

〔3〕 H. 赖欣巴哈. 科学哲学的兴起〔M〕. 1966年版. 伯尼，译. 北京：商务印书馆，2004.

他死后的数百年间从来没有一个人像他那样对知识有过那样系统的考察和全面的把握”。^{〔1〕} 亚里士多德著有《物理学》，讨论了自然哲学、存在的原理、物质与形式、运动、时间和空间、物体运动的动因等；《气象学》讨论了天地之间的区域，视觉和虹的问题，原始化学观念；《论天》提出了四元素说；亚里士多德在生物学方面取得了极大的成就，他把动物学分为3部分：①关于动物的记录，这一部分讨论的是动物生命的一般现象，属于自然史。②论动物的各部分，这一部分讨论的是器官及其机能，属于解剖学和普通生理学。③论动物的生殖，讨论生殖和胚胎学。他撰写的《论动物的器官》（*On the Parts of Animals*）和《动物史》（*History of Animals*），奠定了分类动物学的基础，并且在两千年来，深深地影响了人类的生物学思想。

这些成果得益于亚里士多德对事物自然的、无控制的状况进行考察的研究方法。相比于试验，亚里士多德更擅长于观察。靠着对自然界一丝不苟的观察，亚里士多德获得了扎实的第一手知识。而自亚里士多德以后，认识自然、观察自然并为自然立传成为各个时代自然哲学家孜孜以求的事情。观察的对象包括植物、动物、矿物及自然界一切的事物，因此，这类哲学家又被称为博物学家、自然志家。公元1世纪后半叶，罗马人老普林尼（Pliny，23—79年）撰写了一部37册的《自然史》，是包罗了那个时期关于人、自然和工艺全部科学的一部百科全书。16世纪由萨维阿尼等6位博物学者继续这项工作，17世纪约翰·雷（John Ray，1627—1705年）最先从种子的结构把植物分为单子叶植物和双子叶植物分类，又利用果、花、叶和其他特性，首创植物分类的天然系统，至今他的有些分类纲目还在使用。18世纪是一个博物学全盛时期，认识自然的狂热风气不仅反映在卢梭的论著中，而且也反映在启蒙运动法国革命哲学家的著作中。^{〔2〕} 而博物学集大成者是法国著名博物学家布封（1707—1788年），1749年他出版了《自然史》前几册，《自然史方法论》、《地球形成》、《动物史》和《人类史》及《人种演变史》，对生物起源问题进行了唯物主义的详细探讨，被达尔文视为“现代以科学眼光对待这个问题的第一人”。博物学方面的大量发现反过来又促进了“一”的研究，最终导致了19世纪两大发现——细胞学说和生物进化论的横空出世。

3) 炼金术·实验·工艺技术与科学

在早期不同类型的人类文明中，都可以见到炼金术士的身影。例如公元前4000至3000年左右，埃及工匠们在祭司和僧侣的指挥下，灼烧金属为法老们提取黄金；中国的炼丹术士在为皇帝和自己炼制长生不老药丹时发明了“推进了历史发展的进程”的“着火的药”。古希腊炼金术士的兴趣主要集中在金属方面，他们的活动从一开始就与当时最好的哲学，如柏拉图和亚里士多德理论相结合来进行实验。虽然这个传统被中世纪的阿拉伯术士所抛弃，但是炼金术中却诞生了真正的科学——化学。

在炼金实践中，炼金术士们获得了关于物质的化学性质、化合物及化合物的反应的一些知识，开发了许多用于炼金和炼丹的器具、仪器和设备，同时也积累了大量的操作性的技艺经验。他们不仅详细地记录了金属冶炼过程中发生的种种变化，而且还形成了解释和指导炼金术活动的理论科学——炼金术理论。炼金术理论到后来，又融合了许多其他技术，如冶金术和染色术，以及神学的、巫术的思想体系，如炼金过程中金属的变化与炼金者的精神有关，

〔1〕 W. C. 丹皮尔．科学史及其与哲学和宗教的关系（上册）〔M〕．北京：商务印书馆，1989：68．

〔2〕 恩斯特·梅也．生物学思想发展历程〔A〕//乔治·布封．自然史〔M〕．陈焕文，译．北京：人民日报出版社，2008．

形成了无所不包的神秘哲学。^{〔1〕} 阿拉伯炼金术士贾比尔·伊本·哈扬（Jabir ibn Hayyan，约721—815年）著有《物性大典》、《炉火术》等，穆罕默德·伊本·扎卡里亚·拉齐（Muhammad ibn Zakariyya al-Razi，约卒于925年）著有《秘术揭密》，在12世纪下半叶刚刚开始时，大部分被译为拉丁文，在中世纪中后期欧洲掀起了一股短暂的实验风气。炼金术士们的兴趣和研究方法与典型的经院哲学家们十分不同，从他们的实践活动中脱胎出了认识真理的一种实验方法。大博学家、哲学家罗吉尔·培根（Roger Bacon，1214—1294年），曾指出：“耳听到的不可信，归纳和推想出来的也不可靠。自然科学应当予以实验”，“实验是探求真理的唯一法门”。^{〔2〕} 阿利斯泰尔·克隆比（Anneliese Maier，1905—1971年）认为：“实验方法产生于中世纪后期”，“正是13和14世纪实验和数学方法的发展，导致了17世纪强有力的、被称为科学革命的运动”。^{〔3〕}

脱胎于炼金技艺和技术的实验，在17世纪时得到了广泛的运用和很好的发展。罗盘制造者英国人罗伯特·诺曼（Robert Norman）于1581年出版了《新奇的吸引力》，发表了通过实验所发现的磁偏角现象。1583年，伽利略上大学期间就发现了单摆周期定律，之后又研究了落体运动、斜面运动等问题，发现了物体做自由落体和抛物线运动时的运动规律。英国皇家科学院物理学家威廉·吉尔伯特（William Gilbert，1540—1605年）一生做了许多关于电和磁的实验，于1600年出版了第一部系统阐述磁学的科学专著《磁石论》。德国化学家格劳伯（Glauber Johann Rudolph，1604—1670年）著有关于化学实验的著作《新的哲学熔炉》，并且致力于振兴德国工业。英国皇家学会的发起人和首属干事之一的英国化学家、物理学家罗伯特·玻意耳（Robert Boyle，1627—1691年）于1661年发表了《怀疑派化学家》一书，被化学史上公认为将旧化学带入近代化学的第一人。玻意耳最为重要的发明，当属制成了空气泵，又称玻意耳机、真空泵，借此发现了气体的压强与体积之间关系的定律，即玻意耳—马略特定律。这是有关气体规律的第一批研究成果之一，为流体力学提供了实验研究的方法论基础。哈维采用实验方法发现了血液循环和心脏的结构，17—19世纪，科学实验法压倒一切地成为了获取真理的一条正确途径。实验与观察是有区别的。赖欣巴哈认为，在观察不依赖于人们的协助而进行的事件过程中，可观察的事件通常总是许多因素的产物，人们无法确定其中各个个别因素对于总结果有什么贡献。科学实验则可以通过人的干预，创造条件，将各个因素孤立开来，“使一个因素在不为其他因素干扰而进行工作中呈现出来，从而揭示出无人干预所发生的复合事件的机制作用”。^{〔4〕} 科学实验在科学由亚里士多德范式转向牛顿范式转变过程中起了至关重要的作用。

炼金术在被看做神秘哲学或者神秘宗教的同时，也被看做和实用的手艺活动有关系。10世纪后，随着环球航海、地理冒险和采矿等资本主义新兴事业的发展以及伴随人口流动带来的疾病和卫生防疫问题，实用的手工技艺的用武之地越来越广泛和重要。掌握一门技艺受到文艺复兴时期欧洲人，尤其是意大利人的推崇和欣赏。优秀的工匠依靠出色的手艺获得了名誉和财富，令有学问的学者和贵族开始对机械技巧感到兴趣，形成了尊重创新、尊重技术和尊重个人才华的社会风气。1482~1499年间，列奥纳多·达·芬奇（Leonardo Da Vinci）这一天才的博学人物就受到了当时的佛罗伦萨公爵米兰公爵的庇护。他在数学、天文学、光学、

〔1〕 戴维·林德伯格. 西方科学的起源 [M]. 王珺, 等译. 北京: 中国对外翻译出版公司, 2001: 295-298.

〔2〕 西方哲学原著选读 (上卷) [M]. 北京: 商务印书馆, 1981: 288.

〔3〕 戴维·林德伯格. 西方科学的起源 [M]. 王珺, 等译. 北京: 中国对外翻译出版公司, 2001: 367-373.

〔4〕 H. 赖欣巴哈. 科学哲学的兴起 [M]. 1966年版. 伯尼, 译. 北京: 商务印书馆, 2004.

力学、植物学、动物学、人体生理学、地质学、气象学，以及机械设计、土木建筑、水利工程等方面都有不少创见或发明。技艺向学问上移，学问向技艺下移的结果，令 16 和 17 世纪的各种技术，如制镜技术、航海技术、外科手术技术、化工技术、采矿技术、冶炼技术和机械制造技术等获得了空前的发展。尤其是望远镜和显微镜的发明和使用，使人类的视野扩展到了肉眼无法企及的微观世界和遥远的宏观世界。工匠所保持的手工艺传统和学者传统的结合，促使现代意义上的科学首先得以在意大利诞生。

4) 哲学·宗教与科学

如今一谈到科学，绝大多数的人很自然地会将科学与“物理学”、“化学”和“生物学”等联系起来。而很少有人会把科学与“哲学”、“自然哲学”、“自然志”、“经院哲学”、“博物学”，甚至“炼金术”等字眼画上等号。无法回避的是，在科学发展的历史长河中的某一个特殊的历史时期，它们都曾经与“科学”结缘，并为科学的发展直接或间接地做出了自己的贡献。

哲学是一种持续的复杂的人类精神活动，它关注的是一般，研究所有现象的整体问题。其中研究自然因果结构问题的哲学，被称为自然哲学。对自然界存在何种事物进行探究的学问体系，被称为自然志，从自然志中发展出了博物学。二者的研究为哲学提供了大量的自然发现，而自然发现又为自然哲学的观点提供了理论来源。文艺复兴时期，自然哲学与自然科学还是同一词语，17 世纪时的数学家、天文学家、化学家都以自然哲学家为荣。化学家玻意耳提出“自然哲学的知识应当通过实验产生”的认识论引发了哲学史上一场争论，确立了实验哲学在自然哲学上的地位。这一观点也表明自然科学家与传统意义上的自然哲学家已经有了本质的区别。索柯洛夫认为前者更密切地同当代的实际需要联系在一起，并且在自己地理理论抽象工作中更加不受古代文献的束缚；自然科学家和科学家不建立那种企图包罗万象并包含有多多少少比较重要的幻想因素的庞大思辨体系；科学家和自然科学家们表述了深刻方法论思想，提出了与自然哲学家们的原则有所不同的解释、自然的其他原则。^[1]

哲学为近代科学的兴起提供了认识论和方法论上的支持。在玻意耳之后，与伽利略同时代的英国哲学家弗兰西斯·培根（Francis Bacon，1561—1626 年）推崇实验、倡导实验，把实验当做认知的一种方法，第一个从方法论的角度概括了当时的实验方法和整理实验数据、分析实验事实的归纳法，号召人们用实验去研究各种实际事物。培根提出的以观察和实验为基础的科学认识理论，给予科学新的发展动力和方向。而 17 世纪以后的科学大发展的事实也证明了其方法论的正确性，从观察和实验事实中概括科学理论成了科学发现的法宝。18 世纪，归纳法遭到了一位名叫休谟的哲学家的质疑。这就是著名的“休谟问题”，康德、黑格尔和穆勒等哲学家都对休谟问题进行了解答，但他们都没有从根本上归纳出治好归纳推不出普遍必然知识的致命伤，逻辑实证主义也不能解决归纳论缺乏逻辑必然性的问题。^[2] 归纳法遭遇了前所未有的信任危机，并将这种危机转嫁给了科学。这样，怎样认识科学成了科学哲学急需解决的问题。

自古希腊以来，围绕着认识的来源和基础、认识的方法论、真理的标准等问题，哲学家们展开了激烈的争论。至 17 世纪时，形成了两大对立的派别，即以培根为代表的经验论（Empiricism）和以笛卡儿（René Descartes，1596—1650 年）为代表的唯理论（Rationalism）。关于人类获取知识的方法和途径，经验论者认为最有效的方法是经验的归纳方法，而唯理论

[1] B. B. 索柯洛夫. 文艺复兴时期哲学概论 [M]. 杨侠生, 译. 北京: 北京大学出版社, 1983: 112.

[2] 朴光哲. 休谟的因果论 [D]. 中国人民大学 96 级硕士论文.

者则主张从不证自明的公理出发,经过理性的演绎方法,推导出结论。爱因斯坦的相对论和休谟问题,引起了波普尔对“分界问题”——如何区分经验科学为一方与数学、逻辑以及“形而上学”为一方的标准问题的深入思考。1959年,波普尔发表《科学发现的逻辑》,对归纳问题提出了一个可能的解决方案。波普尔认为休谟质疑的只是归纳在逻辑上不能成立,是关于归纳的论证或有效性问题,而不涉及事实问题。在反驳休谟的基础上,波普尔提出了“猜测和反驳的学说”。波普尔认为,判定科学与形而上学的分界标准是可反驳性(Refutability)和可否证性(Falsifiability),^[1]一个体系只有当它所做的种种论断有可能和观察结果冲突时,人们才把这个体系看做属于科学领域的科学理论永远不可能被证实,却可能被证伪。波普尔认为观察来自假说,假说创造了观察。那么假说来自何处?波普尔认为,假说只能来自科学家对“问题”——已有理论和新经验或者新的理论之间的矛盾、猜测、想象和创造。由此,波普尔提出了问题—猜想—证伪—新的问题……的科学发展模式。这样看来,科学实验的功能就由可以证实或证明假说,扩大到可以证伪或反驳假说。培根总结的以实验为基础的归纳法,建立了科学研究的实验范式,宣告了以神学为归宿的经院哲学旧时代的终结。经院哲学是对基督教哲学体系的概称。大约公元40年左右,圣保罗(St. Paul)在雅典的亚利奥柏哥斯(亚利斯神山)第一个将基督教教义与希腊哲学联系在一起。中世纪时,奥古斯丁沟通了基督教与古罗马的思想观念。“我思,则上帝在”的主张,启发了笛卡儿的“我思,故我在”。

关于宗教与科学的关系,尤其是基督教与科学之间的关系问题,一直是科学史研究的一个重要领域。中世纪是一个基督教的世界,宗教机构是文化的主要组织形式,几乎每种形式的社会活动都要经教会批准,教育也不例外。在基督教教徒编撰的人类知识概要中,搜集了那个时代所有异教徒和基督教的有意义的著作,给后世留下一部百科全书。不容忽视的是,基督教还为科学贡献了早期科学家,很多科学家都是虔诚的基督教徒,如罗吉尔·培根、伽利略和牛顿等人。基督教为科学的发生和发展提供了最早的“理性”舞台。中世纪时,经院哲学为了用理性论证来加强基督教义的信念,结果却从神学中“把信仰的对象变为思维的对象,把人从绝对信仰的领域引到怀疑、研究和认识的领域。它力图证明仅仅立足于权威之上的信仰的对象,却证明了——虽然大部分违背了它自己的理解和意志——理性的权威”。^[2]基督教事实上最早承担了保留和发展古希腊文明火种的重任,在中世纪的修道院和神学院中,通过讲授亚里士多德学说,加深了人们对于古代学术的敬仰,同时也激发起人们进行自然研究的浓厚兴趣。这些都为文艺复兴思潮摆脱神学教条的束缚,以及科学的发展提供了某种契机。马克思·韦伯曾经认为基督教徒,尤其是清教徒的精神为科学诞生做出了巨大贡献。

5) 科学的要义

科学是什么?这个问题一直伴随着科学发展的整个历程。也是科学家、哲学家、历史学家及其他有关人员争论的一个主题。至今未得到一个确定的概念。逻辑学家认为,通过逻辑的纯粹形式结构来说明科学解释、似定律、科学理论和确论等的“本质”。语言哲学则认为对“意义”进行分析,特别是对诸如“解释”、“定律”、“现象”、“证据”、“知识”和“真理”等科学的“真正概念”的意义进行分析,可以理解科学的本质。英国著名科学家、科学学创始人之一的贝尔纳认为,必须在科学发展的一般图景中理解科学的含义。科学具有多重形相,每个形相都从一个侧面反映了科学的本质,只有将全体的形相综合起来才能抽取科

[1] 科学知识进化论——波普尔科学哲学选集[M]. 纪树立,译. 北京:生活·读书·新知三联书店,1986:62.

[2] 费尔巴哈哲学史著作选·第一卷[M]. 北京:商务印书馆,1979:12.

学的完整意义。贝尔纳指出,科学的主要形相是,可以作为一种建制、一种方法、一种积累的知识传统、一种维持或发展生产的主要因素,以及构成人们信仰和对宇宙及人类的态度最强大势力之一。^[1]科学史专家林德伯格认为,科学的概念有以下几种类型。^[2]

科学是人类借此获取对外界环境控制的行为模式。由此,科学与工匠传统和技术紧密相联。

应该把科学与技术严加区分,科学是理论形态的知识体系,技术则是应用理论知识来解决实际问题。由此来看,汽车的设计和制造技术应当区别于对其具有指导作业的理论机械学、空气动力学及其他一些理论学科。

如果把科学看做理论知识,可以依据理论的陈述形式来定义科学。类似罗伯特·玻意耳在17世纪提出的“如其他一切保持不变,气体的压力与它的体积成反比。”陈述形式应当是一般的、定律式的陈述,最好以数学语言表达。

科学还可以从方法论的角度来定义,科学就与具体的一套程序联系在一起,通常为探明自然奥秘和证实或证伪某一有关自然特性理论的实验程序。按照这种定义,一个陈述如果只有以实验为依据,才是科学的。

科学应是个人获取知识和评判知识的某种独特方法。

科学是一套关于自然的信念。

“科学”,“科学的”经常用来指具有严格、精确或客观等特性的过程或信念。

“科学”,“科学的”往往仅仅用来作为一般表示同意的用语,用以形容人们希望表示赞赏的事物。

国内有些学者认为,科学是反映客观世界的知识体系,是获得知识体系的人的活动,是一种社会建制,还是潜在的社会生产力。科学具有以下10种性质。

科学是可以被认知的;科学知识具有持久性,科学观念又是不断变化着的;科学不能为所有的问题提供答案;科学是逻辑和想象的产物,经常是出人意料而得到的结果;科学需要证据,而不是仰仗权威,科学家应努力鉴别,从而避免偏见;科学要对已知世界做出解释,并具有预见性;科学作为一种复杂的社会活动,其内容由学科组成,由不同机构进行研究;科学研究中有着普遍接受的道德规范,而科学家在参加公共事务时,既是科学家也是公民;科学是一种独特的思维方式;科学是人类共同的文化。^[3]

以上性质中,有的表述很含糊,如“科学知识具有持久性”,何为“持久性”?是指其“正确性”,还是科学知识的“不变性”抑或“确定性”?有的表述得不太妥当,如“科学作为一种复杂的社会活动,其内容由学科组成,由不同机构进行研究”。从前面所述可知,早期科学是无所谓学科的,如今的科学又趋向于学科综合研究,学科交叉研究等,如果再强调科学的“学科性”,不利于实施真正的科学教育。而最令人困惑的是,以上表述强调了“逻辑”和“想象”,却遗漏了“科学实验”。在科学发展过程中,科学实验是将科学从自然哲学中解放出来的最有利的武器,也是人类新知识产生的最有效工具,在上面的10个性质中却丝毫没有提到。忽视“科学实验”,实际上反映了人们对“动手实践”和“实验室工作”根深蒂固的轻视。

从科学发展的角度来看,科学离不开科学实验,离不开观察,离不开数学、几何的推理,

[1] J. D. 贝尔纳. 历史上的科学 [M]. 北京: 科学出版社, 1959: 5.

[2] 戴维·林德伯格. 西方科学的起源 [M]. 王珺, 等译. 北京: 中国对外翻译出版公司, 2001: 1-3.

[3] 孙宏安. 中国近现代科学教育史 [M]. 沈阳: 辽宁教育出版社, 2006: 94.

离不开语言的表达，离不开哲学，也离不开实用的工匠技艺……因此，科学教育不仅需要科学实验，还需要观察；不仅需要数学、几何的推理，还需要语言的表达；不仅需要哲学式的理性思维，也需要实用的工匠技艺……

2. 客观地认识中国传统文化中不利于科学的因素

如果把科学看做由对自然好奇心而导致的，采用严谨的科学方法所进行的一系列探究自然规律的活动。那么，传统文化中不利于科学成长的因素如下。

(1) 中国传统文化缺乏对自然的探究兴趣。面对自然界的万物生灵，中国传统文化采取了两种矛盾的态度。一种是近乎神圣的“敬畏”态度。在汉语中，“上”和“天”一般指自然世界。“唯天之大”，“天者，百神之大也”以及“天命不可违”的说法，表露了对“天”所代表的“自然”和“宇宙”的敬畏和崇拜。另一种是“诗意”的赏析态度，如庄子认为“天地有大美而不言，四时有明法而不议，万物有成理而不说”，就是对自然规律的一种赏析。这种态度在古代诗歌中表述得最为彻底和精到。读着李白的“北溟有巨鱼，身长数千里。仰喷三山雪，横吞百川水”，可以感受到作者无穷的想象力，也获得了“言有尽而意无穷”的审美愉悦。人的主观世界与宇宙物象相融合，所构成的深邃的艺术意境正是中国艺术追求的最高境界。

这种既敬畏又赏析的态度，使得古人提出了“天人合一”的自然观和“天人感应”的世界观。古人认为天地之间存在的自然现象与人的身体结构是相同的，如天有四时五行九解三百六十六日，对应于人的四肢五脏九窍三百六十六节；天地之间存在的自然现象与人的身体是相通的，如胆与云、肺与气、肝与风、肾与雨、脾与雷相通；就连人的情感意识也是与自然相通的，如“感而为雷、激而为霆，乱而为雾”等。这种“天人不分”的自然观与西方文化中“天人对立”的自然观是不同的。“天人对立”的世界观，将自然界看做人类认知的对象，认为在自然现象背后还有蕴藏着本质、规律一类比现象更重要的东西，引导人们踏上了认识自然的发现之路。而“天人不分”的自然观要求人在身心各方面向自然做出认同，无条件地回归自然、顺应自然。这一精神境界只有通过“心”的感悟和体验才可能达到。所以传统文化倾向于将自然与人进行相互类比，以“人”之心去度“自然”之意，以“自然”之貌去度“人”之状，而绝不可能导出人们对于自然的探索和探究精神。^{〔1〕}正如著名华裔物理学家、诺贝尔奖获得者杨振宁总结的那样，中国传统文化是“内学”，研究兴趣是“治身心”；而西学为“外学”，研究兴趣在于“应世事”。中国文化追求“心明便是天理”，这个“理”是一种精神或者说一种境界，不是近代科学所讲的规则、规律或者定律。^{〔2〕}所以，中国传统文化追求的“理”与近代科学的“理”不是一回事。

(2) 中国传统文化非常看重抽象的“道”，而忽视具体的“器”；看重清谈理论，而轻视甚至拒绝需要身体力行、动手做的技艺活动。中国哲学崇尚“君子不器”。《周易·系词》曰：“形而上者谓之道，形而下者谓之器。”在中国哲学中，“器”指“具体事物”，具体事物都是有形的，有形的事物是可以感觉的。“道”指“理”，是抽象的，是“具体的共相”，通过“思”得到。^{〔3〕}那么“君子不器”，是不是让人们不要去感觉具体事物呢？笔者的理解是，“上”和“下”并不是高低贵贱之分，它可能指一件事情的重要和次要程度。因此，这句话真实的意思是强调君子的主要任务是要“思”或“理”——具体事物的共相，而不要一

〔1〕 易杰雄．中华民族的思维特征及其根源．思维与智慧〔J〕．1999（5）．

〔2〕 杨振宁．中国文化与科学〔A〕//杨振宁．中国文化与科学：人文讲演录〔C〕．南京：江苏教育出版社2003：11．

〔3〕 冯友兰．三松堂自序〔M〕．北京：人民出版社，1998：214．

味地局限于具体事物中而不能自拔。但是由于过度强调“道”，强调认识的结果，所以在认识“器”的过程，包括“器”是什么都成了忽略不计的东西。与“道”相比，具体知识只是寻找共相的一个工具，只有“道”才是真正目的和唯一的目的。譬如庖丁解牛，其目的在于“目无全牛”——掌握牛构造的规律“道”，而不是去认识“牛”，获得“不是全牛的牛”的经验——关于牛的身体构造的知识。

不幸的是，由于中国词语的多义现象，“君子不器”后来却演变出了另外的意义。“器”也指“器具”，古代社会制造器具的技艺多与“下等人”联系在一起。“器”就变成了“下等人干的事情”，但凡需要动手的技艺，在读书人那里都变成了一件可耻的事情。到朱熹那里，把“思”发展为“静坐思”，读书人是纯粹的不动手了。梁启超认为，汉之后所谓学问者，其主要潮流不外两支：其一，记诵古典而加以注释或考证，谓之汉学；其二，从道家言及佛经一转手，高谈心性等哲理，谓之宋学。宋学复分陆王与程朱两派。陆王派亦谓之“心学”，主张体认得“良知本体”，便可以做圣人。程朱派则说要读书以格物穷理。而两派共同之处则在以静坐收心工夫为入手。^{〔1〕}

这种轻视劳动、轻视动手、轻视技艺和技术的社会风气一直延续下来，这也是19世纪被许多来华的外国人士视为中国实学不发达的主要原因之一。例如，德国人安保罗1896年10月在《中西教会报》中向人们描述了中西方贵族子弟在学习实学的巨大差异。

近数十年来，中国亦知泰西实学为要，而所以不能专心致志，抵与精深者，要非无故，盖因中西俗尚不同。中国宦乡子弟，断不屑于诗书诵读而外，兼习百工，手艺生徒又岂能于终朝操作之于，讲求实学。泰西不然，福胄贵介，与贫贱子弟，劳役相同，置王子王孙，或降身于行伍，或托业于舟航，务使亲历艰辛，与庶姓平民，无分轩轻。……盖观乎日本与泰西往来，曾几何时，已得实学之三昧。^{〔2〕}

(3) 不求“真”理，但求“理一分殊”，真理的标准问题一直悬而未决。中国著名的古典小说《红楼梦》中有一幅对联：“假做真时真亦假，真做假时假亦真”，揭示了中国文化不倡导较“真”理的传统。冯友兰认为中国哲学家不喜欢为知识而求知识。^{〔3〕}“真”理缺失，究其原因之一，可能与中国文化有着深厚的“信古”、“好古”传统有关。将“古”理视为“真”理，这里的“古”，指古代的礼仪、古人的思想、古代的成果和古代的权威等，形成了迷信过去、因袭保守的惰性和不愿意尝试新生事物的文化心理倾向。正如西方学者批评的那样：“中国人被他们的过去所束缚，……思想者亦滋生了对儒家经学的崇拜，统治者不能犯王朝创立者的规戒，官员们也不能破坏先例。社会生活和经济生活受制于旧习俗……中国被它自身超乎寻常的历史传统和古老学问的魔力镇住了。”^{〔4〕}原因之二，是儒家所倡导的伦理纲常和“孝道”，从社会结构和精神生活两方面堵塞了求“真”理之路。古代孝道最重要的是“不违”，就是不论长辈说得是否正确也是不容质疑的。甚至从“孝道”中衍生出了极端的“君要臣死，臣不得不死；父要子亡，子不得不亡”的忠孝标准，代替了“真理”的标准。原因之三，杨振宁还指出，中国传统文化注重“理一分殊”，“理一”是指只有一个“理”；“分殊”就是说“理”用在不同的情形之下，有不同的结果。言下之意，就是中国传统文化并不那么确切地承认“理”在不同情

〔1〕 梁启超．颜李学派〔A〕//饮冰室合集（5）〔C〕．北京：中华书局，1989：19．

〔2〕 安保罗．崇实学．中西教会报〔N〕．1896，2（1）转引自：李楚材辑．帝国主义侵华教育史资料·教会教育〔M〕．北京：教育科学出版社，1987：409．

〔3〕 冯友兰．中国为何无科学——对于中国哲学之历史及其结果之一解释〔J〕．国际伦理学杂志，1922，2（3）转引自：冯友兰．三松堂自序〔M〕．北京：人民出版社，1998：176．

〔4〕 费正清，赖肖尔．中国：传统与变革〔M〕．南京：江苏人民出版社，1995：400．

形之下，有一个同样的结果。说得透彻一点，就是中国文化并非是始终如一地、坚定地崇尚唯一真理。17 世纪的科学实验表明，所有的人，不管其性格、身高、体重如何，也不管他们是被伽利略掷下的，还是被一起做实验的胡克掷下，都以相同的速率向下跌落。^{〔1〕}但是在中国，皇帝怎么会和贫民一起下落？夫妻、父子怎么会同时落下？

真理被悬置以后，虚空的位置让位于伦理。由伦理控制的社会和自然显示出一种秩序、确定性和顺序、规范、等级。在认识伦理化的自然过程中，发展出了中国人的文化，使之走向一个与西方“寻求真理”的文化传统不同的道路。

（4）中国传统文化求理的方法也有别于近代科学。杨振宁认为，中国传统文化的中心思想，是以思考来归纳天人之一切为理。这个传统，缺少了推演，缺少了实验，缺少了西方所发展出来的所谓自然哲学。^{〔2〕}中国传统文化也讲归纳，即便是归纳，中式归纳和西式归纳也不同。中国古时候归纳，是把许多分处的现象或者状态，归纳成一个最终的“理”。这个过程是一个精简化、抽象化、浓缩化和符号化的过程，如中医将人的身体结构和疾病非常复杂的问题概括为“阴阳”、“表里”、“寒热”、“虚实”几个字。这种思维过程和方法与西式归纳大相径庭。

历史上，中国并不缺少逻辑推理的思维实践活动，如战国时的墨子在《墨经》中定义了若干数学概念并提出若干数学命题；三国时的刘徽注《九章算术》，引入了概念、证明，给出了一个数学证明的理论体系；宋元时期数学得到了十分抽象的、与实际应用无关的成果，如一元高次方程解法、一次同余式组解法、高阶插值公式、四元四次方程组、二项展开式系数表等。^{〔3〕}遗憾的是，这些实践活动都未能传承下来，也未能建立起基于逻辑推理研究的科学共同体。而且，中国也不缺少科学实验活动，但这些实践活动同样也未能传承下来，未能建立起基于科学实验的科学共同体。这些历史事实时刻提醒中国人，在发展科学和科学教育方面，必须革新传统文化。而要取得传统文化的革新和转型中的自主创新能力，必须加强科学文化建设。

9.1.3 科学文化建设

1. 倡导和构建“做文化”

在中国，科学教育事业首先应当倡导一种新的科学文化。“五四”新文化运动时期，中国先进知识分子提出了建设“新文化”的理想和社会改革目标。但是除了白话文改革得到落实以外，科学文化并没有真正建立起来。那时，除了社会上的少数精英以外，中国绝大多数民众都是未曾受过教育的文盲，更不曾知道科学究竟是什么。而随着时间的推移，“五四”新文化精神已经成为传统文化中的一分子，建设新文化既是对“五四”精神的传承，也是时代赋予我们的任务。“做中学”项目负责人韦钰院士提出：

科学教育的目的不是在简单地传授知识，而是在建立一种新的文化，包括对我们生活的世界的态度，思维方式，包括价值取向。科学文化中核心的精神是实事求是，追求真理。引入西方的科学教育，也需要结合中国的文化，需要引进、改进和创新。在学习西方科学文化进行科学教育的同时，我们要把它吸收在中国的文化环境里，加以改造和发展的。^{〔4〕}

〔1〕 列昂纳多·姆洛迪诺夫. 几何学的故事 [M]. 沈以淡, 王季华, 沈佳, 译. 海口: 海南出版社, 2004: 256.

〔2〕 杨振宁. 中国文化与科学 [A] // 杨振宁, 等. 中国文化与科学: 人文讲演录 [C]. 南京: 江苏教育出版社, 2003: 11.

〔3〕 孙宏安. 中国近代科学教育史 [M]. 沈阳: 辽宁教育出版社, 2006: 94.

〔4〕 韦钰. 科学教育和文化自觉. 韦钰 blog, 2005-11-23.

从某种意义上讲，中国传统文化属于一种“道”文化。美国著名社会学家罗斯在考察辛亥革命前的中国时发现，中国人的观念在于听和看，而不是做。^{〔1〕}从这个意义上来说，中国只有“道”文化，而没有发展起来“做”文化。因此，倡导和构建新的科学文化，就意味着以“道”文化为奠基，发展和建构“做”文化。

在扬弃“道”文化，发展“做”文化方面，日本的经验值得我们学习和借鉴。日本与中国有着相似的文化传统，几乎与中国在同一时期开始引入西方文明，但是他们却发展出了具有日本文化特色的“做”文化。《青年文摘》上曾有一篇《日本人的“做东西”》的文章，介绍了日本的“做”文化。文章说日本人认为自己国家的产业竞争力很大程度上来自于“做东西”。日语中“做东西”的意思与“制造”有很大的不同。这个词更强调动手与经验性，包含不可言传的技术秘诀的意味。政府和舆论总是呼吁要重视“做东西”，将其视为日本的一种文化传统。不仅在幼儿园和中小学开设有“动手”教室，学生在那里做木工、设计、绘画，甚至陶瓷，还专门建立了一所“做东西”的大学。

“做”文化中的“做”不仅仅是动手的意思。动手只是“做”的前提条件。著名科学家、诺贝尔奖获得者丁肇中认为中国传统文化中的“格物致知”的“格物”是缺乏动手研究的。他举了一个研究竹子的例子，认为要想知道竹子的性质，就要特地栽种竹子，以研究它生长的过程，要把叶子切下来拿到显微镜下去观察，绝不能如同王阳明那样面对竹子冥思苦想7天而了无所获。^{〔2〕}“做”的结构理论显示，理论、态度和方法构成了“做”的三维结构。从理论纬度来看，有4种层次的“做”：“身体活动”、“模仿地做”、“他人指挥下的做”和“自我理论和思想指导下的做”。从态度纬度来看，“做”有“马马虎虎地做”、“应付了事的做”及“精确地做”。从与方法的联系程度来讲，“做”有“盲目地做”、“经验地做”和“系统方法指导下的做”3种类型。因此，在倡导“做”文化时，要特别注意区分“做”的层次和维度。

第6章对实践性课程考察的结果表明，从理论纬度来看，课堂教学中，教师一般关注并且引导学生的是前4个层次的“做”，而尚未达到第4个层次的做；从态度纬度来看，课堂教学中，我们对“精确地做”关注得并不多；从方法纬度来看，课堂教学中，由于教师自身未能掌握系统的科学研究方法，致使大多数情况下我们倡导的都是“盲目地做”和“经验地做”。因此，科学课程改革和课程实施的重点，应当放在如何开展各个纬度上处于高层次的“做”：“自我理论和思想指导下的做”、“精确地做”和“系统方法指导下的做”。

2. 树立和弘扬“学道”的尊严

科学文化的核心精神是实事求是、追求真理。它意味着科学面前无权威，真理面前人人平等。反映在科学课堂上，则意味着教师不再是真理的代表，不再拥有权威的地位。在客观真理面前，学生和教师具有同等的发现权利。这种新师生观破除了传统的“师道尊严”，弘扬了“学道”的尊严。

“师道尊严”源自《礼记·学记》中的“凡学之道，严师为难。师严然后道尊，道尊然后民知敬学”。这里的“严”是尊敬的意思，翻成现代汉语，《学记》中这句话是说：大凡为学之道（方法），最难做到的是尊敬教师。教师受到尊敬，然后他所教授的学问，即“道”，才能受到尊敬。“道”受到尊敬，然后才能使民众重视学习。最初的“师”只是“道”的传授者和传播者，它并不代表“道”，也代表不了“道”。但几经演化，“师”与“道”合二为

〔1〕 E. A. 罗斯·变化中的中国人〔M〕·公茂虹，张皓，译·北京：中华书局，2006：200.

〔2〕 丁肇中·应有格物致和精神〔J〕·散文选刊，1999（2）.

一,“师”即“道”,“道”承“师”,“师”具有了与“道”同等的尊贵地位,受到与“道”同等的尊敬。反映在课堂教学上,教师拥有了绝对的权威与尊严;反映在教师和学生关系上,就变成学生对教师的绝对服从。

教师的权威意识一旦树立起来以后,教师便成为真理的化身。“道”消弭于“师”身后,“师道尊严”最终演化为“师尊严”。课堂变为教师一个人的舞台和演讲场所,在教师们看来,正确答案太重要了。它既可以显示出老师们的教学水平和学识的高水平,也可以维护教师的权威。在满堂灌和一言堂的课堂中,诸如让学生展示自己的思维过程、引导学生说出自己的想法等“科学的”教学策略基本上是无法用到的。从前面分析中知道,中国传统文化追求的“道”,更多地指向“天理”,即一种精神或者一种境界。这种精神或境界也可以理解为一种人生阅历和经验,显然,在这方面,教师要比初谙世事的小学生更丰富一些。唐代著名文学家、哲学家韩愈早就指出:“是故弟子不必不如师,师不必贤于弟子,闻道有先后,术业有专攻,如是而已。”今天,“道”的内涵已然发生了质的变化,它不仅包括中国传统文化中的“天理”,还包括系统的自然科学体系。在科学发现上,人生的阅历和经验并不能与其发现能力成正比。研究发现,很多重大科学发现都是在科学家青年时代做出的。因此,科学教育中,我们应当破除“师道尊严”的传统意识,树立和弘扬“学道”的尊严。

“学道”是相对于“师道”而言的,“学道尊严”指在教育活动中尊重学生,尊重学生学习的自主权,尊重学生的创造性思维和学习的自由。如果树立了“学道”也值得“尊重”的意识,那么,在科学教学中,将会看到教师教学行为的可喜变化。教师就会适当地停下自己的侃侃而谈和逻辑缜密的讲述,倾听孩子们“无忌童言”的真发现。如果树立了“学道”也值得“尊重”的意识,那么,教师们将会逐渐改变不断地单方面向学生发问的提问习惯,而转向课堂上的师生研讨,更鼓励学生和学生之间,学生和教师之间的双向交流和双向讨论。如果树立了“学道”也值得“尊重”的意识,那么,教师们自然会去研究学生有怎样的思维状况,去研究需要设计怎样的教学过程,采用哪种科学方法来引导学生发现客观世界的规则和规律。

3. 实施基于科学文化自觉的科学教育

广义的科学教育包括任何形式的教育活动,有学校教育和非学校教育,如由百科全书读物、科学沙龙,或电影、电视等传媒传播的科学就属于非学校教育范畴。在中国新式学堂未成立之前,科学教育的任务就是由科学书籍、报刊等传播媒体来承担的。狭义的科学教育仅指学校科学教育,包括科学课程教育和学校在课余时间提供给学生的隐性课程学习,以及个人自愿参加的、基于兴趣的课外活动。更狭义的科学教育仅指科学学科课程的教学。这里取其广义意义。

实施基于科学文化自觉的科学教育,其含义包括以下内容。

1) 科学教育一定要避传统文化之短,扬科学文化之长

我们过去喜欢阅读圣贤的“有字之书”,现在喜欢阅读写满了“确定性科学知识”的有字之书,科学教育一定要教学生学会阅读自然这本“无字之书”。传统文化缺乏探究自然的兴趣,那么,科学教育就要致力于培养学生这方面的兴趣。儿童是天生的科学家,科学教育就要致力于保护儿童天生的好奇心。传统文化重道而轻器,那么,科学教育就注意引导学生对具体事物的研究,需要倡导“做中学”,从获取直接经验中学习科学。传统文化不求“真”理,那么,科学教育一定要使学生学习探求真理和面对事实的勇气。传统文化缺乏科学方法,那么,科学教育就需要致力于教会学生演绎和逻辑推理,以及科学实验的思维方法。

2) 科学教育不是“科学”的学科教育

在科学教育实践中,学生观看演示实验、黑板实验和在脑子里面想象“格物”,代替观察和真正的动手实验已经成为我们学校科学教育的“常态”。现今科学教育暴露出来的问题还有:小学数学只在数学课上学习,与科学教学不发生联系;语言表达和思维培养只在语文课上进行,也与科学教学不发生联系。科学教育正在变成孤立的关于“科学”的学科教育,这是一种非常危险的认识。科学教育离不开数学的逻辑推理教育、观察和实验的训练、教育,以及工匠传统和技艺的行为教育等。从科学形成的过程来看,数学、几何和哲学等学科向科学贡献了逻辑推理的和演绎推理的思维方法,所以广义的科学教育应当是包括作为科学基础学科的数学教育的,也应当包括作为科学方法论的哲学教育。工匠传统和技艺,这些曾经在科学发展早期,做出了巨大贡献的动手经验,并且被波兰尼称为“个人知识”的宝贝,被纯粹的知识教育挤出了舞台,也应当回归科学教育。观察和实验是近代科学取得成功的另一个法宝,因此,科学教育是不能没有观察和实验的。脱离了观察和实验的科学教育并不是真正的科学教育。因此,在某种程度上来说,科学教育更像是一个包罗所有知识的全科教育。

3) 要把科学教育与知识教育、常识教育相区别

由常识到科学教育经历了常识教育—知识教育—科学教育3个层次。常识教育是科学教育的初级形式,是在科学技术不发达情况下的科学教育。第7章研究发现,目前我们的科学教育尚处于“知识教育”层次,还未能进入到以“科学探究”为特点的科学教育层次。因此,未来小学科学教育的发展,需要改善和减弱科学教育的“知识教育”色彩,发展科学探究教育。

毫无疑问,科学文化建设的过程,不可能一两天就完成,也不可能通过一两节公开课就能够建设起来,更不可能期望全体教师在同一个培训时间里完成。这必将是一个漫长而细致的过程,需要课程开发者、课程培训者和课程发展领导者,甚至全社会成员的齐心协力努力才有可能完成。

9.2 构建适应新世纪发展的理想科学课程

9.2.1 幼儿园、小学科学课程的“启智”性质

1. 幼儿园、小学科学课程的启蒙性质没有得到充分讨论

自19世纪科学被引入中国以后,在幼儿园教育指导纲要或小学的课程文件中,儿童科学教育的重要使命一直被定义为“启蒙”教育。2001年,教育部颁发《幼儿园教育指导纲要(试行)》,指出幼儿的科学教育是“科学启蒙教育”,^[1]同年,教育部颁发《小学科学课程标准(3~6年级)》,也规定了小学科学教育的启蒙性质,^[2]认为启蒙的任务和主要内容是“以培养科学素养为宗旨”。按照刘默耕的考证,关于“小学自然是对儿童进行科学启蒙教育的一门基础性重要学科”的这一认识是中国科学教育界在20世纪80年代新的历史时期,结合中国国情和未来建设需要提出的一个创见:

这句短短的话可以说是进入80年代以来小学自然课改革的一条总纲。它是在十一届三中

[1] 中华人民共和国教育部. 幼儿园教育指导纲要(试行)[M]. 北京:北京师范大学出版社,2001:1.

[2] 中华人民共和国教育部. 科学(3—6年级)课程标准(实验稿)[M]. 北京:北京师范大学出版社,2001:1.

全会精神路线和开放改革方针的指引下, 尽力所能及初步检索古今小学科学教育工作的本质特征, 把握当代世界小学科学教育改革的趋势, 结合中国的现实国情和未来建设发展的需要等提出来的。国内以前没有这样明确提过, 国外似乎也未见有如此明确的提法。^[1]

启蒙的含义随着时代的发展不断变更。例如, 上海市二期课改《自然》课程标准认为小学科学启蒙的任务和主要内容是:

一至五年级, 设置综合的自然课程。主要对小学生进行科学的启蒙教育, 强调亲近自然, 感受科学, 让学生对自然界及科学实验和探究过程有一个初步的认识和体验。^[2]

可是, 如果我们仔细分析这些文件时, 便可以发现, 它们对儿童科学教育任务的规定超出了“启蒙”的范围, 很大程度上已经进入了“启智”教育。例如, 《幼儿园教育指导纲要(试行)》指出, 幼儿科学教育“重在激发幼儿的认识兴趣和探究欲望。要尽量创造条件让幼儿实际参加探究活动, 使他们感受科学探究的过程和方法, 体验发现的乐趣”。儿童参与探究活动, 感受科学探究的过程并有所发现, 都需要运用他们的脑力和智力。当儿童在科学探究过程中表现出“主动探索”、“提出疑问”、“尝试想象”、“重复操作”和“乐于表现”等特质时, 正如同科学家运用“观察”、“假设”、“推论”、“实验”和“沟通”等探究方法。可以说, 儿童的探究显现了科学家好奇、坚持不懈等积极的科学态度与精神, 足以称小小科学家。^[3] 所以, 当儿童以小小科学家的精神面貌学习科学时, 我们无论如何不能将这种教育视做“启蒙”教育, 而应当将其视做一种开启儿童智力的“启智”教育。

自 20 世纪 80 年代提出科学课程的“启蒙”性质以后, 很少有人能够对“科学启蒙”的真正含义进行深入研究和论证。至本次课程改革之时, 我们也没有弄清楚儿童在科学学习上究竟“蒙”在哪里, 需要采取哪些措施来开化儿童的“懵懂”。2004 年, 有人基于概念的引进, 从儿童的世界出发, 提出“儿童的前概念与科学概念有各种各样的差异和距离, 运用前概念建立科学概念就是启蒙的重大成功”。^[4] 从这句话可以推断出作者认为儿童在科学上的“蒙”指的是儿童具有前概念, 实际上, 成年人也有很多“前概念”, 而不光只有儿童有。按照这种说法, “启蒙”的对象也应该包括成年人才对。中国儿童学习科学究竟“蒙”在哪里? 如果没有搞清楚儿童科学学习“蒙”在哪里, 谈“启蒙”是没有意义的。不仅没有意义, 很有可能被传统文化语境和中国传统教育中的“蒙学教育”所同化。

2. 启蒙的历史文化局限性

在中国传统文化和教育中, 一直将儿童时期视为人一生中的“蒙昧”时期。“蒙学”一般被用来指称 15 岁前的儿童教育。1904 年, 清政府颁布了《奏定学堂章程》, 在正规的学制中设立了专门进行学前教育的机构——“蒙养院”, 教导 3 至 7 岁的“蒙幼”(蒙昧幼稚)和“蒙稚”(幼稚无知)的儿童。在此之前, 这个年龄段儿童的蒙养教育都是在家庭或私塾(“蒙馆”或“蒙学”)中完成的。7 岁以上儿童所入的“蒙学”, 与今天的小学相当。据《中国教育大辞典》, 蒙学始创于奴隶社会的夏朝, 在秦汉时期得以不断发展, 唐宋以后逐步形成相对稳定的教学内容和程序, 主要进行读书、写字、作文的教学, 为进入官学、书院及应科举考试做准备。^[5]

[1] 刘默耕. 小学自然四十年的几点反思 [J]. 课程·教材·教法, 1988 (12).

[2] 上海市教育委员会. 上海市中小学自然科学学习领域课程指导纲要 [A] // 上海市小学自然课程标准 (试行稿) [M]. 上海: 上海教育出版社, 2004: 32.

[3] 周淑惠. 幼稚园幼儿科学课程资源手册 [M]. 中国台湾: 教育部国民教育司策划出版, 2002: 7.

[4] 陈杆. 小学科学教育专业课程的设计思路 [J]. 常州师范专科学校学报, 2004 (3).

[5] 教育大辞典编纂委员会, 教育大辞典 (卷八) [M]. 上海: 上海教育出版社, 1991: 52.

古代家庭和蒙学教育中的主要教育内容是对古代典籍的学习。启蒙，意味着识字断句、吟诗写作，掌握学习古代典籍的入门知识和基本知识。启蒙教学的内容安排有识字启蒙、培养个人文学能力的诗文，以及科举考试必考的《四书》、《五经》。由于古代典籍是用两千多年前的古字写成，整篇文章没有标点，加上古汉字也没有拼音，不同的断句方法和读音，将会影响对传统典籍的“正确”理解。因此，没有先生（先学之人）的指导，儿童是很难通过自学获得相关知识。所以，在正式学习这些典籍之前，通常都要由私塾的先生——科举考试中落榜的文人教授识字和断句能力。与此同时，私塾先生还要对儿童进行一些道德教育和行为习惯养成教育。通过第2章的回顾，我们知道，传统“启蒙教育”最大的特点是注重道德教育，偏重语言教育和日常概念教育，而非科学概念的教育。因此，传统的“启蒙教育”实质上是一种附加了道德、行为习惯养成教育的人文教育。蒙学所传授的“知识”，主要是显示于古人的典籍、言辞和思想中的，以文学和史学知识为主的固定不变、静态的知识。蒙学教育内容中，也有少量的自然常识知识。例如，流传甚广的蒙学教材《千字文》中，就有“寒来暑往，秋收冬藏”、“云腾致雨，露结为霜”这样的句子。但由于中国传统文化缺乏探究自然现象本质的科学体系，儿童对这些知识的学习常常止步于语言学习，并逐步构建起日常概念和生活经验，而未能进一步识得文字后面所蕴涵的科学规律。而第7章研究显示，科学教育实践实际上显示了强烈的“知识教育”倾向性。所以，继续提“科学启蒙教育”，只能将“科学知识”教育进行到底，而对于科学课程改革毫无裨益。

可能有人会认为，“启蒙”是“以理性代替愚昧”的一个过程。不错，在西语语境和基督教文化中，“启蒙”有着不同于汉语含义的意思。英文中，“启蒙”即“enlighten”，意味着弘扬人类的理性，以理性扫除愚昧，用理性为代表的人类理智来开启人类理智。“enlighten”的本义是指光从黑暗之中喷薄而出，^[1]意味着光明照耀宇宙之意。文艺复兴之前，“光”一般指上帝之光、神圣之光、理性之光，这3个词语都指向了基督的荣光和真光。人类理性的合法权利被宗教无情地剥夺了。随着文艺复兴时期对人性的解放，以及科学技术发展对人类社会生活的巨大影响，“光”的含义悄然地发生了一些变化。至启蒙运动时期，在启蒙思想家的倡导下，人类的理性之光和理智之光，终于摆脱了上帝的无限荣光的遮蔽而获得了照耀世界的合法权利。那么，何为人类理性呢？在古希腊及近代欧洲，数学都被认为是表现人类理性功能的最典型的学科。文艺复兴以后，自然科学逐渐显示了它在表现人类理性功能方面的巨大能量。理性和科学都是以发现必然法则为任务的，因此，科学逐渐成了理性的代名词。用康德的话来讲，理性是左执原理、右执依据此等原理所设计的实验，如法官拷问证人一样，让自然自己做出自身所构成的回答。基于对理性的如此认识，康德于1784年在《答复这个问题：“什么是启蒙运动？”》中写道：“启蒙运动就是人类脱离自己所加之于自己的不成熟状态，不成熟状态就是不经别人的引导，就对运用自己的理智无能为力。当其原因不在于缺乏理智，而在于不经别人的引导就缺乏勇气与决心去加以运用时，那么这种不成熟状态就是自己所加之于自己的了。Sapere aude！要有勇气运用你自己的理智！这就是启蒙运动的口号”。^[2]因此，从某种程度上来说，“启蒙”即“启智”，即运用人类理智来开启人类理智的一个过程。

可见，汉语和西语语境中的“启蒙”在“扫除愚昧”的目的上是相同的。但在所采

[1] 肖巍．“光”：从象征到理性——中世纪自然哲学的一个案例[J]．自然辩证法通讯，1998（115）．

[2] 康德．答复这个问题：“什么是启蒙运动？”[A]．何兆武，译．//江怡．理性与启蒙：后现代经典文选[C]．北京：东方出版社，2004：1．

用的方法和工具上，以及去味的内容上是截然不同的，显示了汉语语境中“启蒙”的历史局限性。熟悉西方文明史的人都知道，西方文明史实际上是一部人类理性解放运动史。即使是在中世纪，基督教徒也一直在倡导运用理性来证明信仰的权威。经院哲学在倡导理性的同时，不曾想从神学中发展了理性的权威。在文艺复兴和启蒙运动中，人类理性挣脱了宗教的桎梏而获得了空前的解放。在迥异于中国传统文化的西方文化中，理性认识经验经历了千年的曲折发展最终形成了近代科学体系。而在中国传统文化中，理性一直为直觉感性所遮蔽。

同样是自然界的生灵，中国人想得更多的是享受和欣赏生命运动带来的美感和快乐，并且将这种美感和快乐用不同的形式，如诗、词、书、画等文学艺术作品记录下来。这些人文作品丰富了中国文化宝库，也宣泄了中国人的情感和情绪，表达了中国人的人生感悟甚至是人生哲理。“碧玉眼睛云母翅，轻如粉蝶瘦于蜂。坐来迎拂波光久，岂是殷勤为蓼丛。”这是中国式的思维方式，表露了敬畏、赏析自然、与自然和谐相处的态度和认识经验。大大不同于亚里士多德、普林尼、布封和牛顿等人对自然的探究态度和由此生成的认识经验。正因为理性一直受困于“中国式”或者“东方式”的思维习惯和文化环境，科学未能在东方文化圈中得以诞生。这一历史事实提醒我们，“理性”并不是那么容易地就被“启蒙”出来的。因此，将儿童科学教育定义为“启蒙”教育，很难获得和达到“以理性扫除愚昧”，“以理智来开启理智”的效果和目标。

3. 启智的哲学和科学基础

1) 启智的教育和心理学基础

“智”除了理智的意义之外，还指人的智力。我们知道，与自然科学的发展形成鲜明对比的是，19世纪之前自然科学课程曾经长期被排除在中等和初等教育体系之外。在为自然科学争取进入学校教育体系的权利过程中，众多的教育家都是从“启智”的角度去论证的。捷克教育家夸美纽斯认为科学相当于“关于自然的知识”，需要人的内知觉（心灵和悟性）与外知觉（感官感知）通过“必需的注意”相互作用才可以获得。在回答“什么知识最有价值”的问题时，英国教育家斯宾塞认为一致的答案就是科学，科学知识对人类各项主要活动的指导价值和发展儿童智力的训练价值都有非常重要的价值：“为了训练，也为了指导人类活动，科学都有最主要的价值。从各方面影响看，学习事物的意义比学习字句的意义要强得多。不论是为了理智的、道德的或宗教的训练，研究周围的现象要比研究语法字义有绝大的优越性”，“为了智慧、道德、宗教训练的目的，最有效的学习还是科学”。^{〔1〕}美国教育家杜威认为，从逻辑和教育两方面来看，科学乃是认识的完善过程，是认识的最后阶段。因而在教育上利用科学的问题，就是要创造一种智力，深信智力指导人类事务的可能性。通过教育，使科学方法深入学生的习惯，就是要使学生摆脱单凭经验的方法以及单凭经验的程序而产生的习惯。^{〔2〕}

传统智力理论和皮亚杰的认知发展理论认为，智力是以语言能力和逻辑—数理能力为核心的、以整合方式存在的一种能力。哈佛大学教授、心理学家加德纳（Howard Gardner）经过多年潜心研究，为人们揭示了智力的多元性质和结构。他认为，智力既是解决实际问题的能力，又是生产及创造出社会需要的产品的能力。人类智力框架中相对独立地存在着7种智力：言语—语言智力、音乐—节奏智力、逻辑—数理智力、视觉—空间智力、身体—动觉智

〔1〕 赫·斯宾塞：教育论〔M〕。胡毅，译。北京：人民教育出版社，1962：43。

〔2〕 约翰·杜威：民主主义与教育〔M〕。王承绪，译。北京：人民教育出版社，2001：242。

力、自知—自省智力和交往—交流智力。当儿童进行探究活动时，不仅需要逻辑—数理智力，也需要视觉—空间智力、身体—动觉智力等其他智力的参与。在科学课堂上，当儿童对周围事物发生兴趣，触摸、搬运各种科学教学材料时，他们会动用自己的视觉—空间智力、身体—动觉智力和自知—自省智力等；在科学活动中，当儿童如科学家那样向同伴或教师讨论或表达自己的发现和新想法时，将会动用自己的言语—语言智力、自知—自省智力和交往—交流智力等；当儿童从游戏中感受事物的数量关系并体验数学的有趣时，他们会动用自己的言语—语言智力、逻辑—数理智力，视觉—空间智力；当儿童聆听不同器物发出的各种声音时，会动用自己的音乐—节奏智力、视觉—空间智力、身体—动觉智力、自知—自省智力等。儿童动用自己的各种智力进行科学探究活动的同时，也使这些智力得到了发展。因此，发展儿童多元智力，应当成为未来中国科学教育的一项重要使命。

2) 启智的现代知识观基础

“智”，汉语中也通“知”，即指“知识”（Knowledge），也指“识知”（Knowing，即获得知识的过程）。1945年，英国科学家、哲学家卡尔·波兰尼（Karl Polanyi, 1886—1964）在经历两次世界大战后，经过对历史、世界、社会、人生，以及对自己所从事的科学研究工作进行深入的反思以后，出版了《个人知识》一书。冲破传统的客观知识的框架，波兰尼提出了“个人知识”。在他看来，在科学研究的过程中，以及人类的智力中，都存在着一种对外在物体的“焦点感知（或集中意识，Focal Awareness）”以外的“附带感知（或辅助意识，Subsidiary Awareness）”而产生的“不可言述智力”（非可言述智力，Inarticulate Intelligence）和由此产生的一种逻辑上不可言传的“个人知识”。波兰尼认为科学传播得益于这种个人知识的传播。科学传播上是这样，在科学学习中也有一个个人知识的学习过程。

波兰尼认为，科学中包含言述知识和非言述的技能（技艺）。技能（技艺）是知识的一种，这些技艺打上了科学家个人参与的印记，如“正确地实施用以核实科学测量的技能”，或“正确地实施用以进行科学分类观察的技能”^{〔1〕}，以及科学家各种各样的“行家绝技”。言述知识可以很容易地被成功地教授，而非言述的技艺却不能同时被传授，它不能通过技术规则，只能通过师傅带徒弟这样传统的方式来交流，通过徒弟对师傅的观察和模仿，在不知不觉中学会技艺的规则，包括那些连师傅本人也不能外显地知道的规则。波兰尼还引用皮亚杰的研究成果，证明了这些非言述的智力发展到接近并最终达到言述的形式，这一过程可以从逐步成熟的儿童身上看出来。

据皮亚杰认知发展阶段理论，2~7岁幼儿较之0~2岁幼儿，其智力发生了质的飞跃。这种飞跃表现在儿童开始重视外部活动并频繁地借用表象符号（语言符号与象征符号）来代替外界事物。当儿童用语言符号思维时，发展的是言述智力；而当儿童用象征符号，凭借象征格式在头脑里进行“表象性思维”时，发展的即是非言述智力。如果在这个阶段，幼儿能够接受到规范的科学探究技能的训练，儿童便能够通过对动作的大量内化，形成关于科学探究的不可言述智力。在这方面，日本的“做东西”经验值得我们借鉴。日本迄今已经向世界贡献了9位从本土教育背景下产生的诺贝尔奖获得者，部分得益于日本的“做东西”文化传统。

因此，今天当科学教育下移到幼儿园成为世界潮流时，我们应当抓住机遇，重视并大力开发儿童的“不可言述智力”。

〔1〕 迈克尔·波兰尼. 个人知识〔M〕. 许泽民，译. 贵阳：贵州人民出版社，2000：90.

3) 启智的教育心理学基础

皮亚杰的认知心理学描述了人体从出生到青年初期智力发展的路线,为发展儿童的数理逻辑智力,提供了理论依据。波兰尼的个人知识理论揭示了“不可言述智力”在科学研究中的重要作用,为全面发展儿童的智力提供了理论依据。皮亚杰和波兰尼的智力理论都是从大环境下的个体心理内部来阐述人类智力和智力发展问题的,我们知道人类智力的发展不仅受个体遗传因素的影响,同时也受到个体所处外界环境中的各种因素的影响。在诸多的因素当中,又以学校教育的影响最为重要。

那么,学校教育对人类智力的发展又有何影响呢?如何通过教学使儿童的智力得到进一步发展呢?解决这一难题的是苏联心理学家维果斯基。维果斯基采用“元素分析法”和“单位分析法”,对儿童及整个人类意识、心理发生与发展问题进行了深入研究,提出了人类智力发展的文化历史理论。他认为文化历史对于人类意识的形成和心理发展具有重要影响,应该在社会环境之中、在与社会环境作用的相互联系之中去研究意识与心理的发生和发展。维果斯基的文化历史理论揭示了人类智力发展与外界环境之间的关系,他还揭示了儿童智力发展的层次性,为教育影响人类智力发展和教学促进儿童智力发展提供了坚实的理论基础。

维果斯基的文化历史理论注意到了文化历史环境和教育对于智力发展的影响,这对于中国开展科学教育具有重要的启示意义。将小学科学课程视为一门“启蒙”课程,认为小学科学教育的使命在于对儿童进行科学启蒙教育。且不论传统文化对这种思想形成的影响,如果仔细分析不难发现,这种思想潜藏着“儿童是无知的,无知意味着无智”的认识。持有这一看法的人并不在少数,有很多幼儿园和小学教师都自然而然地认为儿童在学习科学之前对于所学内容一无所知。这样就很容易在科学课堂中建立起教师的权威地位,而忽视儿童的智力发展需要,更不会根据儿童的智力发展水平和智力发展路线去设计教学。这也是导致今天科学课堂上儿童静坐听讲和教师“一言堂”或“一人做”局面出现的根本原因。

根据维果斯基的研究,儿童智力发展有两种水平:一种是现在的水平,即儿童当前所达到的智力发展状况;另一种水平是在现有的基础上,经过努力所能达到的一种新的发展状态。在这两种水平状态间存在差异,这个差异地带就是“最近发展区”。“最近发展区”为教育与教学开发儿童智力提供了可为之地和可乘之机。将儿童的智力水平从现有水平提升到一个新的水平,这种做法只能被称为“启智”而不能是别的。

4) 启智的神经和脑科学基础

近年来,随着神经科学和脑科学的研究成果日益增多,越来越多的证据也支持了教育对儿童启智的作用。国内的相关研究虽然起步较晚,但是,迅速增多的研究成果也证明了中国儿童大脑有着极强的可塑性。中国的脑科学研究工作者发出了教育工作者需要了解脑科学的知识,为儿童提供丰富的生活和学习环境,营造良好的家庭和学校的情感环境以及让儿童在玩耍过程中学习的呼吁。^[1]

在科学教育的“启智”功能上,韦钰院士是国内较早意识到这一问题并且将之运用到“做中学”科学教育实践活动中去的为数不多的科学家。早在“做中学”科学教育实验项目引进之初,韦钰就力倡科学教育要建立在脑科学研究基础之上。^[2]通过对脑科学研究成果的学习,基于中国今后教育对象为独生子女的现实,以及儿童自知-自省智力和交往-交流智

[1] 学术节之名家讲坛“脑科学与儿童智力发展”日前举行. <http://www.xhedu.sh.cn/cms/app/info/doc/index.php/176094>.

[2] 韦钰. 脑与教育学习札记. 韦钰 blog, 2005-7.

力对其一生的重要影响，韦钰又提出了科学教育要发展儿童的社会情绪能（智）力的主张，并将社会情绪能力与科学探究能力的培养一并写入了“做中学”科学教育内容标准中。这一做法突破了幼儿园、小学科学教育的“启蒙”性质，开启了科学教育的“启智”时代。

总之，无论从哪方面来讲，儿童科学教育的重要使命都是“启智”而不是“启蒙”。幼儿园、小学科学课程是一门“启智”课程，而不是“启蒙”课程。“启蒙”在传统文化和西语语境中不同的含义，显示了中国文化语境中“启蒙”的历史局限性。将儿童科学教育定义为“启蒙”教育，很难获得和达到“以理性扫除愚昧”，“以理智来开启理智”的效果和目标。现代社会，科学教育的重要使命是“启智”。启智，意味着全面发展儿童的多元智力，意味着发展儿童的非言语智力和个人知识，意味着促使儿童的智力水平从现有水平提升到一个新的水平，最终意味着儿童科学素养的全面提升。因此，儿童教育纲要和课程文件很有必要予以及时修正，倡导科学教育的启智性质。幼儿园、小学科学课程的启智性质，应当写入课程标准中。

9.2.2 小学科学课程的“核心”地位

1. 边缘化的现状和各方呼吁

20 世纪以来，国际小学科学教育呈现出 5 个特点，其中最重要的一个特点或趋势就是世界各国纷纷将科学课程确定为核心课程，从幼儿园开始开设。20 世纪 80 年代以来，科学课程在德国、英国、美国、加拿大和法国等科技发达国家先后取得了与数学、母语（相当于中国的语文）课程一样的核心课程地位。而在我们国家，小学科学课程是一门“重要的基础性课程”，却始终未能逃脱边缘化的地位。即便在上海这座中国最具竞争力的城市，小学科学课程也没有真正地、广泛地得到它应有的地位。在访谈中，有多位教师发出了提高小学自然课程地位的真挚呼吁，一位由体育老师改行教自然的老师认为：“小学自然课在小学里面是很重要的课程，它能够开发学生各方面的能力”。

从 2000 年韦钰院士组织和召开国际小学科学与数学教育国家研讨会议开始，她就以饱满的热情和科学家的“探究精神”来研究中国的小学科学教育。在博客、报刊杂志和各种会议等公开场合多次呼吁科学课应该成为核心课程。2008 年韦钰院士在一次采访中呼吁，当务之急是恢复小学一年级的科学课，这样至少可以连续地对 5~12 岁的儿童进行科学教育。^{〔1〕} 2009 年韦钰在出席《科学大众》举办的小学科学教育研讨会时，指出目前中国的小学科学课从三年级开设，一、二年级没有开设，被视为“副课”中的“副课”，这样做，将影响基础教育对儿童创新能力的培养，她直言不讳地向记者表达了“小学科学教育亟待改革”的强烈愿望。韦钰说：“我们统计了世界上十几个国家的科学教育情况，只有新加坡和日本是从八九岁开始的，其他都是 5 岁开始。有的法国专家甚至建议往 3 岁走。”^{〔2〕} 在韦钰的影响下，中国科学家开始参与小学科学课程标准的研制，他们也在不同场合表达了对于儿童科学教育现状的忧虑。作为科学家，他们最清楚，“未来的国家竞争力在这里。”

2. 蝴蝶效应的启示

20 世纪 60 年代，美国气象学家洛伦兹发表了一篇名叫《一只蝴蝶拍一下翅膀会不会在德克萨斯州引起龙卷风》的论文，文章描绘了南美亚马逊热带雨林中的一只蝴蝶，偶尔扇动了几下翅膀，几周之后，便在美国的得克萨斯州，引起了一场龙卷风，洛伦兹把这种现象戏称为“蝴蝶效应”。蝴蝶与天气变化之间毫无瓜葛，它扇几下翅膀，就可以引起远方天气的

〔1〕 张国，李新玲．中国几亿孩子科学素养让院士忧心〔N〕．中国青年报，2008-2-27．

〔2〕 韦钰院士在宁研讨时疾呼——“科学课”应成为小学“核心课”〔N〕．新华日报．2009-1-6．

强烈变化。这在经典动力学看来,几乎不可能发生。但是,在一个混沌系统中,一件表面上看来毫无关系、非常微小的事情,却可能会对系统带来巨大的改变。近年来,越来越多的科学家主张人类社会系统也是一个巨大的混沌系统。蝴蝶效应理论同样也见诸于社会发展的某些方面。

以中国现有的科学技术课题评审的标准来看,儿童既无职称又无学历,还不会撰写科学研究计划书,他们无法直接创造出科技成果。所以,看起来儿童教育与一个国家的科学发展水平和科技竞争力之间并无直接联系。但是,如果长期忽视小学科学教育,忽视对儿童“动手做”能力的培养,忽视对儿童探究精神和科学方法的培养,将会导致何种后果呢?2007年3月21日人民日报刊登了一篇题为《我四大学科领域远落后发达国家》的文章,中国科协负责人表示,近两年来,尽管中国学科发展取得一些重大突破和重要进展,但是从整体来看,中国的科学技术水平与发达国家仍然存在较大差距,自主创新的环境依然不尽如人意,自主创新的能力依然较弱,特别是在四大领域与发达国家存在很大差距。^[1]

在地质学方面,目前的研究工作存在着“三多三少”现象,即:证明西方学者提出的假说和理论的研究多,提出中国自己的假说和理论少;单一学科封闭式研究多,真正意义上的多学科交叉与综合集成研究少;模仿性研究多,独创性的成果少。

在机械工程领域,中国的高端数控装备和大型重载装备的独立制造能力不足,中档及以上数控系统市场基本上被国外品牌垄断。中国的精密化制造技术与国外相比仍然存在阶段性差距,精密成形和精密、超精密加工技术水平整体落后于发达工业国家。

中国冶金工程技术的部分创新成果达到了国际先进或领先水平,但与国际先进水平仍有很大差距。

与发达国家相比,我国的航空产品、航空技术和航空科研能力差距仍较大。即使是新获国家科学技术进步特等奖的歼10战斗机,与美国的F-22、F-35相比,在技术水平上也相差一代。中国利用空间进行的研究工作尚处在试验阶段,与世界先进水平有很大差距。

对于中国科技竞争力的研究,大都得出了一个相似的结论,那就是我们的“原创能力”或自主创新能力低下。人们在进行科技政策分析时,普遍将提高科技竞争力源头指向了高等教育和企业创新的改革,^[2]很少有人能够关注到小学科学教育对于创新人才培养的影响。也很少有一批有影响力的科学家能够像韦钰那样将推广小学科学教育做成自己的一项事业。如同蝴蝶不死,蝴蝶效应不会终止一样。只要我们一天不改变小学科学边缘化的课程地位,其边缘化的蝴蝶效应将还会继续发挥它的作用。将小学科学课程持续边缘化,这是在教育领域架空“科教兴国”战略的一种实际表现,也不是一个科技强国应该采取的教育战略。

因此,将小学科学课程,不仅仅是小学的,还有初中和高中的科学课程,设立为“核心”课程,才是我们应当的、必然的和必须的选择。

3. 小学科学课程核心化需要解决的一些问题

1) 关于小学科学课程的开设年级和课时问题

研究显示,小学自然课的课时在课程体系中的比例始终没有超过1923年的16%,一直徘徊在4%左右(见第2章)。新中国成立后语文、算术和自然的平均课时比例为10:6:1,1988年以后变为6:4:1,为历年来的最高比例。但是,在3科之中,自然课的课时依然是最

[1] 赵亚辉.我四大学科领域远落后发达国家[N].人民日报,2007-3-21.

[2] 徐显杰,吴雅睿.中国科技竞争力分析及政策建议[J].中国青年科技,2007(6).

低的。新课程改革以后，取消了1988年《义务教育全日制小学六·三制教学计划》（试行草案）中在1~6年级开设自然课程的规定，改从3年级开设。如果将小学科学课程设立为核心课程以后，将从几年级开设？科学课程的课时应该设立为几个课时较为合适，值得进一步研究和探讨。

2) 关于小学科学课程的课程形式及教师专业问题

科学教育有分（学）科教育和综合教育两种形式。虽然国际上各国的初中、高中科学教育形式不尽相同，有分科也有综合，但在小学，从科学进入小学课程体系那天开始，就一直采用综合教育的形式。综合教育又有合科教学和综合课程两种形式，其最早的理论论述者分别为裴斯泰洛齐和赫尔巴特。裴斯泰洛齐深受18世纪法国启蒙思想家让·雅克·卢梭（J. J. Rousseau）教育要尊重儿童天性、要适应受教育者的成长和发育的自然主义教育思想影响，提出了“经验综合课程”。有人认为“经验综合课程”教育理念和教育模式引发了20世纪初德国的“合科教学”运动和美国的“活动课程”运动。^{〔1〕}

所谓“经验综合课程”，就是以未分化的整体的儿童为核心整合学科教学，简而言之就是合科教学。19世纪上半叶德国著名的教育理论家和教育实践家裴斯泰洛齐的学生福禄培尔不仅在《人的教育》一书中详细概括了合科教学的原则、方法和目的，而且通过自己的教育实践倡导了19世纪的新教育运动，对科学教育在欧洲的普及和推广起到了积极的促进作用。在自然科学的学习方面，福禄培尔认为，因为事物及其本质、目的和特性的知识，一般最肯定、最明确的来自于事物本身所处的位置和周围事物的关系中，并且从这些关系中最明确、最纯正地表现出来。因此，从与儿童感觉得到的最近的事物，与儿童作用最密切、最经常地存在儿童周围的事物开始组织教学，依次从比较近的、比较熟悉的向比较远的和比较不熟悉的事物过渡，这样，可以把当时处于自然联系中的事物展示在儿童面前加以研究，必然会促进儿童达到对事物本质，即自然和外界的本质的最明晰的洞察。这些存在于儿童周围的事物，就是房间、房屋、花园、农庄、村落（城市）、牧场、原野、森林和平原等事物。对这些事物的认识，人们又称为乡土事物或乡土常识。因此，德国自20世纪初以来，自然科学教育采取将几个科目综合在一起的合科教学形式，70年代以前称为乡土课或乡土常识，70年代以后改为科学课程。它涉及地理、社会、经济学、生物学和自然科学等领域，学科的内容很广泛，与语文、数学并列为3门核心课程。^{〔2〕}与德国教育家倡导乡土事物为课程中心的理论与实践不同的是，杜威将儿童的经验置于课程中心，提出了实用主义的教育哲学和思想。将儿童的兴趣、动机和需要作为综合课程整合的核心，在美国掀起了“活动课程”运动。虽然活动课程运动失败了，但小学科学教育综合化的传统却保留了下来，并且随着进步主义教育运动在欧洲的发展而影响了欧洲的小学教育改革。时至今日，美国、英国、法国和加拿大等国家的小学依然采用全科教师进行综合教学。

新中国成立之后，在科学教育方面，我国也有过短暂的合科教学实践。1956年，在学习前苏联的基础上制定了新中国成立后的第一个自然教学大纲，提出了“教给儿童一些初步的自然科学知识，促进儿童的全面发展”为自然课的总目标和“培养儿童的辩证唯物主义世界观，破除迷信和偏见、爱国主义思想、发展儿童的观察力、语言和逻辑思维能力”的基本任务。并且规定初小阶段的自然内容在语文课中进行教学，所学内容为生物界自

〔1〕 张华．关于综合课程的若干理论问题〔J〕．教育理论与实践，2001（6）．

〔2〕 陈晓萍．德国小学科学教育改革及启示〔J〕．新课程研究（教师教育），2007（2）．

然，以自然课文的形式编入语文教材。此外，每周还要专门拿一节语文课来上“自然专课”。^{〔1〕}此大纲公布以后，由于理论上对语文课与自然课如何进行合科教学的教育研究没有及时跟进和开展，在实践中，初小语文教师缺少相关的教学策略和方法、专业知识及资源的支持，难以承担自然教学任务。因此在试行几年后，1963年教育部颁布第2个自然教学大纲时，取消了初小的自然课（常识课），合科教学实践活动也随之终止。1978—1981年在小学高年级学段恢复小学自然课程以后，由于种种原因，小学自然课程的改革和研究一直处于缓慢发展状态。

20世纪80年代末90年代中期，小学自然教学中曾经出现过一阵短暂的“横向联系”热。清华同方期刊网中查询到的关于小学自然教学与其他学科“横向联系”的文章，从1987年至1995年有15篇左右。湖北谷城实验小学黄智林在《水的压力和浮力》一课中，结合了《捞铁牛》的语文课文。^{〔2〕}对于自然课程与其他课程的横向联系的理论概括有：山东蒙阴县胡本正认为自然与语文教学之间相互联系，能加强字、词、句、篇的记忆和能对课文内容和中心思想的理解；另一方面，语文课上学到自然知识也能加深对自然课知识的认识和理解。^{〔3〕}武汉二师的吴德汉认为，在自然课中加上计算内容，或同语文老师共同组织考察活动，安排作文的活动有些失之偏颇。他认为，自然课有内在和外两种横向联系。“内在的横向联系”包含了天文学、地质学、生物学、物理学、化学及环境科学等自然科学学科的最基本的知识与技能，这种横向联系并非是人造的硬性联系，而是自然界各要素之间固有的本质联系的反映；与其他小学课程之间的联系，是“外在的横向联系”，前者多于后者，在自然教学中，必须十分注重自然课内在横向联系的研究，对于后者，应该着重研究如何使其“内化”，即通过自然教学，“潜移默化”地促进学生语言文字、数理计算与统计分析能力的发展。陶冶学生美的情操和感受大自然形式美、色彩美、音韵美的能力等。硬性地地把其他课程的某些教学任务拉入自然课堂，甚至不加分析地采用一些其他课程教法，从而使自然课失去特色的做法，则是不可取的。^{〔4〕}

这些文章的作者基本上都是工作在一线的小学自然教师，进行了自然课和其他课程，如语文、数学和地理等课程的横向联系的实践。纵观这些实践活动，它们的共同特点在于，缺乏系统的教育理论支持，实践活动带有很大的自发性和盲目性，属于零散的、个别的实践。从以上的论述中可以看出，有关横向联系的实际，自始至终只是一个由个别人参与的民间的非实验性质的教学探索活动。这些活动既没有在全国的自然教师中引起强烈的共鸣，也没有引起教育研究人员的注意，更没有在理论上取得一定的突破。20世纪90年代中期以后，在自然教学中横向联系的实践活动销声匿迹。新课程改革提出在小学阶段倡导综合教育，但是，对于小学科学课程中如何实现综合教育的相关研究还不甚多见。小学科学教育如何培养学生的动手能力和创造性人才的相关研究也很薄弱。

与综合教学或合科教学相适应的是，各国小学教师采取了全科教师形态。美国从20世纪40年代开始，就建立了完善的全科教师聘用制度和培养体系。在美国，小学教师申请的资格证书属于综合性的，而非单科证书，名称为通识者证书（Generalist）。日本早在1900年就从

〔1〕 李华．中国小学科学课程改革历史简析〔J〕．科学课（小学版），2003（1）．

〔2〕 黄智林．运用整体原理沟通自然学科与其他学科的横向联系〔J〕．科学课，1989（1）．

〔3〕 胡本正．谈自然同语文的联系〔J〕．科学课，1993（2）．

〔4〕 吴德汉．我对“横向联系”的理解〔J〕．科学课，1989（1）．

西方引入了教师资格制度，“二战”以后又仿效美国建立了开放的教师教育制度，^{〔1〕}除小学高年級的有些学科外，小学教师也是全科教师。一名小学教师要担任小学全部学科的教学，既要教语文、算术、社会和科学，还要教音乐、美术和体育等。^{〔2〕}全科教师制度的实行，保证了在小学阶段实施综合教育和合科教学。

长期以来，中国的小学一直实行分科教学。随着小学科学教育改革的深入发展，分科教学的弊端逐渐显现出来。世界是统一的整体，反映世界客观规律的知识也应该是一个密切联系的、统一的整体。分科教学却人为地割裂了知识之间的这种自然联系，将世界分割成一些分离的碎片。由于知识被分化得越来越细，学校课程数目及教学时数不得不逐渐增加，这既加重了教师的工作负担，也加重了学生的学习负担。更为严重的是，分化的知识，背离了小学生头脑中，特别是小学低年级的孩子们头脑中关于世界是一个整体的认知实践，导致教育越来越脱离学生的生活实际和认知规律。分科教学容易实行题海战术，提高学生的学业成绩，于是语文、数学和英语成为小学教育中当仁不让的核心课程和重要课程——“主科”，科学、社会 and 美术等其他课程都被边缘化，成了边缘课程和所谓的“副科”。学校教育只重视读、写、算教学，学生的读、写、算能力得到了加强，但是却忽略了这些能力在真实生活中的应用。过早的分科教学，还违背了人类的认识规律和儿童认知心理特点，对于“书本知识”的过度崇拜及强化知识的“题海战术”，将学生从小训练成了“解题机器”，扼杀和抑制了儿童对于自然天生的好奇心和探究热情，导致提高学生的科学素养和科学创新能力的教育目标被束之高阁。

如果将小学科学设置为核心课程，那么，采用分科课程形式还是综合课程形式值得进一步研究和讨论。如果实行综合教学，必然还会涉及全科教师的资格认证和培养等一系列问题。

9.3 新世纪小学科学课程发展方略

9.3.1 基于实践性课程发展的科学教师师资队伍建设

1. 吸引理工科大学生任教小学科学

研究发现，上海市的小学自然教师师资队伍呈现出年轻化、高职称化、男女性别比例平衡的特点，而且从学历上来说，已经达到了《面向 21 世纪教育振兴行动计划》提出的目标，在未来还有可能因为本科生、硕士生陆续进入小学而超过这一目标。这些特点与上海市这个国际化的大都市的城市经济发展水平是相符合的。但是潜藏在学历合格背后的问题，却和其他省市小学教师师资队伍所暴露出来的问题是一样的。那就是小学自然教师师资队伍低专业化水平、高流动性及专职教师匮乏。

如果再不采取措施改善小学科学教师的师资队伍状况，即使是“做中学”进入小学，也必然会实施得走了样。一方面小学缺乏专职的科学教师，另一方面媒体上却是铺天盖地报道“高校毕业生就不了业”，这里面，当然也会有一些理工科大学生。如果把他们中的那些动手能力强、具有科学研究意识和能力的毕业生吸引到小学来，开展“做中学”探究式科学教学工作，真是一件利在当代、功在千秋的好事情。

〔1〕 姬振旗．日本中小学教师资格证书制度概述〔J〕．教育实践与研究，2002（6）．

〔2〕 陈永明．当代日本师范教育〔M〕．太原：山西教育出版社，1997：108-132．

2. 设立小学科学教师专业标准和岗前培训制度

潜在在学历合格背后的问题,还有一个,那就是小学教师的学历背景五花八门,暴露了小学科学教师的入职门槛过于宽泛,缺乏专业化的规定和要求。对小学自然教师第一学历是本科和硕士所学专业背景的统计,发现涉及工学、管理学、理学、教育学、文学、历史学和医学等学科门类中的20多种学科种类。第二学历是本科的其专业背景也涉及法学等学科门类中的20多种学科。从这支教师队伍的宏观情况来看,我们虽然没有实行小学科学的综合教育,小学科学教师却率先实现了“杂科化”和“全科化”。

关于教师的任职资格与聘用条件,新学制一建立就规定了很高的门槛,如蒙学堂教师须“通晓经史及算数物理诸学者”,或者经过由中学堂所附设的师范学堂课程考试,合格以后才能够当蒙学堂教师。1904年的课程文件又规定了小学堂应设立本科正教员(教师),系“通教各科目”,区别于“专教图画体操手工中之一科目”的专科正教员。各学级60~120个学生设本科正教员一人,有力量的还可以设副教员一名,副教员必须接受正教员的指示教授儿童。1912年《小学校令》又重申了这一规定。至民国结束,小学自然教师都必须由能够“通教各科目”的“本科正教员”担任,有条件的学校还可以为正教员设立副教员。1950年,教育部颁发了《小学教师服务规程》,对小学教师包括校长、教务主任的任务、资格、待遇、学习和奖励等办法做出了规定。在新的《全日制义务教育科学(3—6年级)课程标准(实验稿)》中,对小学科学教师提出了一些教学上的要求,如科学课程要求教师带领学生开展各种活动,需要为学生准备大量的活动器材和实物材料,自制教具、学具;特别是现场考察、参观访问等活动,更要事先踏勘路线及场地;科学教师一般还要负责管理科学教室、科学实验室及教学仪器。^[1]

但是,对于小学科学教师应该具备哪些科学教学能力,包括科学专业上的、教学设计上的、教学组织上等方面的能力,我们一直没有开展研究,即使开展了也研究得不够,导致至今尚未出台一部全国性的小学科学教师专业能力认证的标准。小学科学教师的资格认证,属于专业职业认证的一种类型。建立教师资格认证制度,意味着教师职业社会化的开始。国外教师资格认证制度已有200年历史,^[2]各国已经建立了比较成熟的教师任职资格认证体系。这里来了解一下美国的小学教师的认证标准,期望能够给我国建立相应的标准提供一些有益的启示。

1987年,美国成立了“国家专业教学标准委员会”(The National Board for Professional Teaching Standards, NBPTS, 一个非赢利的、无党派的民间组织),旨在“促进教师的专业发展、提高专业教学的地位和美国教育的质量”。其工作的主要内容是:为教师应该知道什么和能做什么制定标准;对达到标准的优秀教师进行认证;并推进其他教育改革以促进学生的学习。^[3] NBPTS把证书划分为儿童早期(3~8岁)、儿童中期(7~12岁)、青少年早期(11~15岁)、青少年和青年(14~18岁)4个时期,小学教师申请的证书属于儿童中期(7~12岁)。由于小学教师不分科,所以小学教师申请的资格证书属于综合性的通识者证书(Generalist)。小学教师在科学方面需要达到的标准概述如下。^[4]

[1] 中华人民共和国教育部. 科学(3—6年级)课程标准(实验稿)[M]. 北京:北京师范大学出版社, 2001: 50.

[2] 楼世洲, 徐莉亚. 完善中的中国教师资格制度——中国首届教师资格制度国际学术研讨会综述[J]. 中国教师, 2005(31).

[3] 傅松涛, 刘小丽. 美国NBPTS优秀教师资格认证简介[J]. 基础教育参考, 2004(11).

[4] 翻译自NBPTS官方网站的资料, 资料来源: NBPTS. NBPTS Middle Childhood Generalist STANDARDS, Second Edition, for teachers of students ages 7-12. <http://www.nbpts.org>.

理解科学本质及包括科学家在发现知识时使用的各种探究过程和科学思维与推理的特点：客观性、诚实性、怀疑性、对新思想的开放性及好奇。

充分利用自己在地球与空间科学、生命科学和物理科学及彼此相互联系的关系方面的基本思想和观念，设计以几大主要的主题想法贯穿科学的各个方面的教学活动。这些主题有系统、秩序、组织、证据、模型、评价和解释。所贯穿的科学方面有能源、守恒、转化模式、比例与测量、演化与平衡、形式和功能。

充分利用科学概念和课程的知识形成激励学生研究，提问和探讨基本的科学思想、主题和内容的教学方法。

课程设计是为孩子成长为一个科学、技术丰富的全球化的社会中的成人角色做准备。

充分利用科学、技术和社会相互联系的意识，帮助儿童意识到科学对他们生活的影响。他们帮助儿童讨论和探索关于科学概念，帮学生们开始了解社会、个体及与道德应用有关的道德上的想法。

激发儿童对周围世界的天然好奇心，通过让学生在课堂内和课堂外运用科学的思维方式，鼓励学生们探索日常生活中的科学现象。能够识别和矫正孩子们的错误概念，并且知道孩子们是持续不断地尝试建构和理解生活世界及直接经验是最有效的方法。知道合作学习和小组项目、有助于培养重要的科学概念和原理的项目及实际操作活动等以学生为中心学习方式其他策略。

通过介绍科学家和他们的事业故事，在教学中给学生一种历史的视野。这些故事既有在科学的某一个领域方面，科学家们的疑虑和斗争的故事，也有科学探索和科学进步花费的时间长短的故事，还有恐惧和不容忍新思想的方式，已经阻碍了科学进步的故事。这样，优秀教师使自己学生的科学学习人文化。

熟悉各种科学的课程资源，包括文本、课程套餐（Curriculum Packages）、实验室设备、计算机软件、影碟、电子数据库、计算机远程网络和其他材料。能够在设计其科学课程时，对媒体做出明智的选择。他们并不仅仅依靠文本而且要运用和采用其他资源，包括他们已经自己设计出的活动和单元。在选择其中的课程资源时，在各自学校的物理和预算方面的限制上，他们遵循儿童的发展与学习科学规律，有效科学课程特征的研究以及考虑什么才是儿童熟悉的、容易找到的和具象的。

教师知道，并能在适当的时候，在课堂上，利用科学语言、科学课程以及与同事和社区成员的合作。

充分利用当地社区的资源以丰富自然科学课程，并鼓励他们学生应运用他们的新知识去解决社区内部的以科学为基础的问题和争端。他们寻求那些也许会为丰富科学计划做出重大贡献的社区成员，包括家长、企业界人士、科学与工程专业人才，以及大学教员。

以多种方式把科学与其他学科整合在一起。鼓励学生把从其他学科中学到的技能迁移到科学课程的学习中，并且在加深学生理解的主题之间建立更广泛的联系。

重视科学方法以及好奇、直觉、灵感等在科学学习中的作用。鼓励孩子们在学习科学时，保持好奇，保持怀疑态度，保持开放新思路，保持反思性，保持创造性和发明，同时各种不同的学科领域中运用科学理论和探究技能。

因此，如果在小学实施“做中学”，那么相应地应该制定“做中学”的科学教师专业标准，以规范小学科学教师的入职条件和水平，更好地实施科学教育。同时，要建立小学科学教师的岗前培训制度，让那些有志于从事小学科学教育工作的人们受到良好的岗前培训。因教师来源的多元化，岗前培训的含义就不能够再局限于师范学校对师范生的职前培养。究竟

是由社会机构来承担教师的岗前培训？还是由教育部门来承担？还是由高校来承担？这还需要进行深入的研究。

9.3.2 基于课程规律的课程发展

1. 建立开放式课程发展机制是课程改革的必然趋势

有人认为长期以来，中国的课程管理权一直高度集中在国家手中，主要依靠行政命令、法令条例和规章制度执行，且方式单一。^{〔1〕} 这种状况在新课改时期，在法律层面得到了改善。2001 年教育部颁布的《基础教育课程改革纲要（试行）》，提出国家、地方和学校三级课程管理战略，为地方和学校发展课程提供了政策依据。

但仔细分析可以发现，该文件赋予地方和学校的发展课程的权力大小是不一样的。例如，地方教育行政部门可以执行国家正式课程，也可以单独制定本省（自治区、直辖市）的正式课程。这意味着地方教育行政部门将可以在执行国家正式课程和理想课程之间做出选择，只要地方教育行政部门愿意，它们就可以以理想课程为参考编制适合于本地区的正式课程，而不必执行国家正式课程。例如，早在此纲要出台之前，上海市于 1997 年启动了二期课改，制定了各学科面向 21 世纪改革行动纲领，编制课程计划、课程标准和教材。^{〔2〕} 学校的情况就不一样了，学校首先要执行国家正式课程和地方正式课程。学校可以“开发”和“选用”校本课程，但前提条件是必须在执行国家和地方正式课程之后有余力的情况下才可以做。这与陈侠在 20 世纪 80 年代末的一本著作中所描述的英美学校自主开发课程的情况大不一样。在英国，每所学校的校长和教师都有权决定采用何种课程和教材；美国各州教育当局、各学区教育当局聘请许多教育工作者来研究、编订学校的课程和教材。^{〔3〕}

但就学校而言，在执行国家正式课程时，同样也面临着课程发展的实际问题。根据前面小学科学课程实施现状的考察，可以证明，课程发展不是单凭一名专家、一所学校或一名教师就能够开展起来的事情。它必须依赖于一个开放的课程发展系统（如图 9-1 所示），教师和学生组成的师生共同体居于课程发展的中心，课程的开发者、培训者、教学管理者及评价者既是课程发展系统的组成成员，又是师生共同体进行课程发展的外界环境。维系这个系统的“纽带”，抑或是“机制”、“组织机构”，不是上级和下级式的行政管理模式，而是基于课程实施的需要，对师生共同体的需要的服务、管理和评估。在这个系统中，课程开发者也可以是课程承担者，但不能同时又是课程的评价者；教学管理者可以参与到师生共同体中，但不可能同时承担课程评价者的角色。教学管理者一般是课程实施学校的教育工作者或者教育行政部门的管理人员，课程开发者、培训者和评估者可以由高校、独立的研究机构或者独立的社会机构中的课程研究人员来承担，他们均要受到教育部门的领导和管理。

1923 年课程专家查特斯（W. W. Charters）在《课程编制》一书中指出，课程工作者的首要任务是要发现人们必须做些什么，然后向他们展示如何去做。课程是理想和活动这两者构成的。^{〔4〕} 如果说理想是可以梦想的，那么课程发展则只有课程开发与发展的相关人员，脚踏实地“地”（这里的“地”指学校和课堂），进行不懈的培训、评价、管理等实践活动和努力才可能完成。而在课程发展中，因为师生共同体居于课程发展的核心，而教师又承担着实施

〔1〕 容中逵．论基础教育课程管理改革中的权力下放〔J〕．课程·教材·教材，2005（9）：3．

〔2〕 张民生．上海基础教育的改革与发展 20 年来的回顾与展望〔J〕．上海教育，1998（12）．

〔3〕 陈侠．课程论〔M〕．北京：人民教育出版社，1989：2．

〔4〕 Charters. W. W. Curriculum Construction, 1923, New York: Macmillanpp. 75 - 84.

课程的关键角色，所以改善教师的实践性课程就成为了课程发展的核心。那么，如何来改善教师的实践性课程呢？唯一的选择只能是开展有效的教师培训。

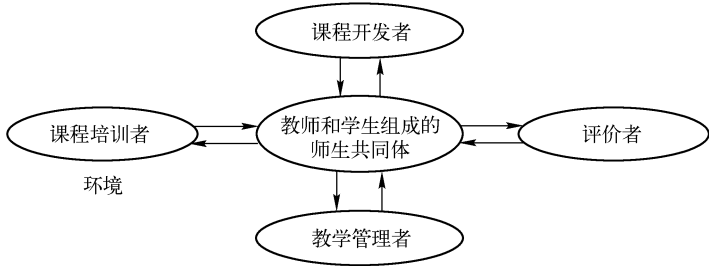


图 9-1 开放的课程发展系统

2. 有效的教师培训机制

自清末兴学以来，对在职科学教师的培训工作一直是政府工作的一块“软肋”。1922—1924 年，由中华教育改进社外聘的科学教育督导推士曾经在中国进行了两年的科学考察和指导工作。他认为几乎所有的中国科学教师都缺少高超的教学艺术和技术的技巧，其原因完全在于没有经历过有效的科学训练。因此，补救是非常需要的。这种补救在于“必须给他们机会，去弥补他们在学院和大学中所学科目的缺陷，尤其是要给予有关科学思想、精心实验和如何教学方面的训练”。^[1]周昌寿（1888—1950 年）又指出科学教师的学识也不足：“我国中小学校自然科学教授之缺憾固多，然最根本者莫如教员自身之学识不足”，设备不全，学制不完善，好教师可以弥补这些缺憾，而无好教师，则一切设备和制度只能形同虚设了。“故在今日而言改革自然科学教育，当以使现任之中小学教员受充分之补习或另行养成为第一急务”。^[2]如果“做中学”进入小学，那么面临的首要问题，也是通过教师培训以改善教师们的实践性课程。

1) 由谁来培训、如何来培训

理想的课程培训者应当是课程开发者，如“做中学”科学教育项目已经在开始做教师培训工作了。但问题是，如果“做中学”广泛进入小学以后，凭借课程开发者一家的力量，难以做到对所有教师的培训。因此，可以依靠教师中的进步力量——先觉型教师，将他们聘请为“骨干培训者”或课程发展领导者，通过培训“骨干培训者”建立起一个培训和研讨网络。其培训网络和机制，如图 9-2 所示。

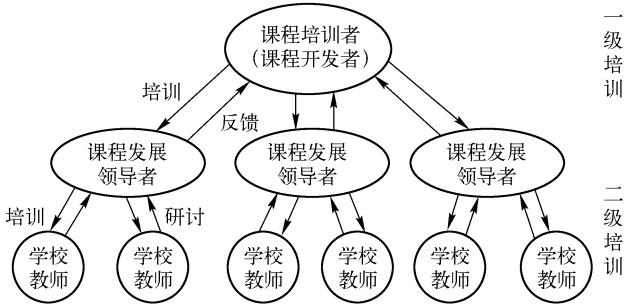


图 9-2 开放式课程发展的培训网络和机制

[1] George Ransom Twiss Science and education in China The Commercial Press Limited Shanghai China 1925: 18.
[2] 周昌寿. 自然科学及其教授法 [M]. 北京: 商务印书馆, 1925: 序.

以往“骨干培训者”多通过行政命令或者行政指派来筛选，但未必能够选到具有良好科学素养和良好个人课程意识的人。根据笔者的考察，教师中的进步力量有些是学校里的中层领导，有些是自然教研组长，有些却是默默无闻的普通教师。如果单纯依靠行政指令，难以发挥和利用普通教师的进步力量。因此，筛选“骨干培训者”的办法可以采用“海选”。通过自然教师毛遂自荐，学校或者教育部门推选出若干备选教师，然后由课程开发者通过一定的评估手段，对备选教师进行评估，通过者方可进入培训阶段。在培训期间，再进行第二次评估，达到要求者方可被聘为“骨干培训者”。根据课程实施区域的实际情况，合格的“骨干培训者”可以被聘为某一个区域或某几所学校的“课程发展领导者”。

这样，课程培训机制变成了两级培训机制。在“一级培训机制”中，由课程开发者或课程培训者对“骨干培训者”进行培训，这是一个培训和反馈的过程。课程开发者一方面对“骨干培训者”进行培训，另一方面搜集关于课程方面的反馈信息，完善培训方案。评估合格的“骨干培训者”就参与到“二级培训”机制中，他们的身份转变为“课程发展领导者”，由他们去对学校教师进行培训，这是一个培训和研讨的过程。“课程发展领导者”对学校教师的培训，更多的时候是在研究、讨论课程实施中的实际问题，由“课程发展领导者”和一线教师协商，提出解决实际问题的办法。然后，在其后的一级培训中，“课程发展领导者”再将这些信息反馈给课程开发者。而根据中国国情，一般情况下，我们需要赋予“课程发展领导者”一定的行政级别和相应的领导权力，负责组织、开展本区域或者某几所学校的课程发展工作。

2) 培训什么

第6章教师实践性课程的考察结果启发我们，在个人课程方面需要对科学教师进行科学方法的培训，让他们掌握6种基本科学研究方法和6种综合科学研究方法，尤其是综合科学研究方法中的识别与控制变量、解释数据、界定变量的操作定义等方法的培训，更要加强。这些培训将提高教师进行科学教学的“本体性知识”。

在实施课程方面，需要提高科学教师的探究式科学教学的教学设计能力。要让他们学会用动词来描述学生的学习结果，编制可测量的教学目标，并且要学会设计“探究式”的教学过程。要想设计出“探究式”的教学过程，就必须首先了解科学教学的相关理论和知识。就在本书即将完成之际，韦钰院士一篇写于2006年的blog引起了笔者的高度关注，这篇blog题目是《8种典型不科学的现象》，从一个科学家，一个科学教育工作者的角度，揭示了目前小学科学教学中存在的不科学的现象。这8种不科学的现象是：^{〔1〕}

现象一，问题一提，小手直举！学生对于科学问题表现出了狂热的冲动而不是冷静的思考。

现象二，学生方案，执行困难！一般老师上课只准备一种方案的材料，学生提出来的方案在课堂上很难实现。大多数情况下我们是将学生的方案置之不理，转而研究老师的方案。

现象三，简单观察就能发现规律？课堂上的观察活动，大多数情况下是一般意义上的“看”，而不是为了搜集证据而进行的活动。因为教师在布置观察活动时，没有给出学生一个明确的要求，也没有让学生自己设定一个可行性，可操作性强的目标，进行多次的可重复的观察活动，以获得丰富的信息。

现象四，实验只做一次，结论就能得出！

〔1〕 整理自：韦钰．“8种典型不科学的现象”．韦钰blog，2006-3-12．

现象五，学生总是在狂热操作材料。韦钰院士观察到科学课上学生操作教师准备的材料，漫无目的地“玩”，有一个五年级的学生玩镜子竟然玩了整整一节课！

现象六，科学记录，下课就扔。

现象七，交流汇报是单向输出。

现象八，一到正确答案，讨论就戛然而止！有时候，个别学生有独到的发现，但当他们面对全班同学的挑战时，往往就缩了回去。

粗略看来，以上8种现象，除了现象一、七、八以外，都与教师的本体性知识相关。产生这些“不科学”现象的深层原因在于教师不了解科学，他们自己头脑里对科学是什么、科学方法有哪些、如何运用科学方法研究问题等认识模糊，而所有这些现象其实也与教师在科学教学方面的知识匮乏有密切关系。事实上，这些现象在中国各个层次的学校科学课堂上都存在，甚至在我们自己教学的课堂上也曾经、或正在发生。因此，关于科学教学的相关理论和知识也应当成为科学教师培训的一个重要任务。在这方面，有两本书可以作为培训教材：一本是兰本达的《“探究－研讨”教学方法》，书中对于科学教学的理论、科学教学的教材运用、科学教学的教学策略都有详细的论述，还有详细的教学案例及从科学概念和教学理论方面对案例的分析。尤其是其中关于“有结构的材料”的理论和实践，对“做中学”的教学具有很大的启发和借鉴意义。还有一本是韦钰院士与加拿大学者编著的《探究式科学教学指导》，分析了“做中学”科学教学所遇到的问题，详细解释了探究式科学教学过程，以及探究式科学教学中教师如何指导学生。

9.3.3 基于“做中学”经验课程发展的小学科学课程评价机制

1. 评价·课程评价

国内学者认为，从本质上来说，评价是一种价值判断的活动，是对客体满足主体需要程度的判断，因而将课程评价定义为：课程评价是教育评价的重要组成部分，它是在系统调查与描述的基础上对学校课程满足社会与个体需要的程度做出判断的活动，是对学校课程现实的（已取得的）或潜在的（还未取得，但有可能取得的）价值做出判断，以期不断完善课程，达到教育增值的过程。^{〔1〕}如此定义，第一狭义化和曲解了评价，第二没有考虑到课程的层次性和课程评价的复杂性。

首先，评价不是一种价值的“判断”。价值判断意味着对某一特定对象有无价值、有什么价值、有多大价值的判断，具有强烈的个人主观判断色彩。斯塔弗尔比姆（Stufflebeam, D. L.）认为，评价最重要的意图不是为了证明（Prove），而是为了改进（Improve）。^{〔2〕}因此，评价更倾向于是对某些现象的价值如优缺点的系统调查。^{〔3〕}对课程而言，课程评价就是由专业评价人员，采用一定的评价标准，对课程的各个层次之间是否实现了跨越式发展所表现出来的各种现象的一个系统调查。例如，对实践性课程与正式课程和理想课程之间的差距调查，在课程实施中，这种差距显然是一定存在的，而课程评价的目的就在于找出这种差距所在，为改善课程实施提供有益的信息。

其次，课程具有层次性和发展性，因此课程的评价需要对不同层次的课程，以及课程的

〔1〕 陈玉琨，等．课程改革与课程评价〔M〕．北京：教育科学出版社，2001：137.

〔2〕 斯塔弗尔比姆．施良方校．方案评价的CIPP模式．陈玉琨，译．//瞿葆奎．教育论文集·教育评价〔M〕．北京：人民教育出版社，1989：301.

〔3〕 美国教育评价标准委员会．转引自：陈玉琨，等．课程改革与课程评价〔M〕．北京：教育科学出版社，2001：136.

发展性予以评价，以获取课程实施的真实信息，促进各个层次课程的改善和课程改革的有效进行。以往的课程评价因没有考虑到课程的层次性和发展性，多数情况下将课程评价指向了学校课程评价，而对学校课程的评价又具体地指向了学生经验课程的评价。这种将复杂问题简单化的评价策略，只能将教育引向考察学生“学到了什么经验”，学校应为“学生经验”提供何种帮助的功利性评价的道路上去。所获取的信息，对于课程发展的帮助并不是很大。这也是促使学校由课程发展的场所转变成“应试”的训练场所，学生由课程的经验者转变成“应试”机器，教师由发展课程转变成了追求学生考核成绩的最优化。因此对课程发展的评价，应当搜集所实施课程的所有层次上的实施信息，然后才能够对课程的实施做出一个综合的价值调查。基于课程层次和发展理论的课程评价应当包括课程评价，即理想课程评价、正式课程评价、可理解课程评价、实践性课程评价以及经验课程评价。其中，可理解课程评价包括教科书的评价和科学材料的评价，实践性课程的评价包括个人课程、实施课程和实际课程的评价。基于“做中学”的科学课程的评价，学生经验课程的评价还应当包括“做”的评价和“学”的评价两个方面。不同层次的课程，都需要从“做”的方面和“学”的方面进行评价（课程评价机制如图 9-3 所示）。

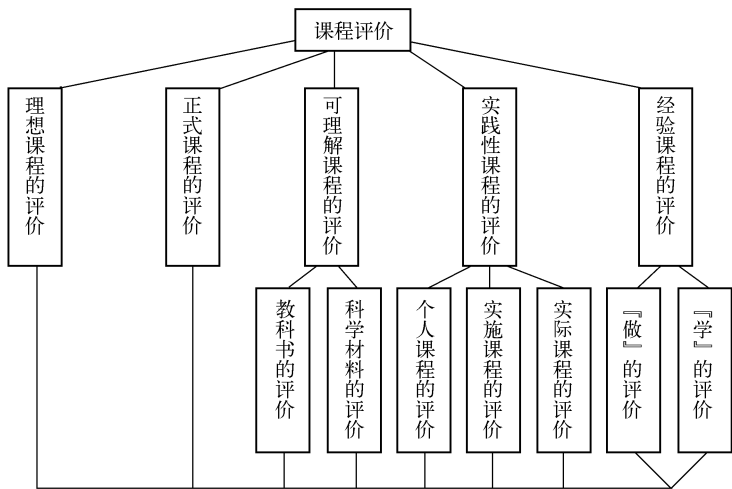


图 9-3 课程评价机制

2. 基于“做中学”的课程评价

以往的课程评价基本上集中于“学”的评价，而忽略了“做”的评价。如果“做中学”进入小学，必然要建立一个基于“做中学”科学教育的评价机制。

现行《小学科学课程标准》在强调科学探究性方面已经受到了科学家的质疑，^[1] 同时受到质疑的还有科学教育教材的审批机制。^[2] 因为教材是依据课程标准编写出来的，指导思想错误了，教材必然会出现相应的问题。这种评价本来应当由课程评价机构来完成，但现在好像变成了某个人的事情了。因此，我们应当尽快建立一个完善的课程评价机构，由专门的课程评价机构和课程研究专家来发布课程实施的相关评价信息，以监督、督察和改善我们的课程实施。

1) 评价什么

[1] 韦钰. 小学科学课程标准修订工作组第一次会议纪要. 韦钰 blog, 2008-3-7.
[2] 韦钰. 关于“做中学”科学教育评测(8)——谁来督察科学教育教材的质量. 韦钰 blog, 2006-6-15.

基于“做中学”的课程评价，应当对“做”的效果予以评价。“做”的三维结构理论为课程评价提供了一个理论框架，采用这一理论框架进行评价时，可以从态度、方法和理论三个维度对理想课程、正式课程、可理解课程、实践性课程和经验课程所承载的“做”的价值进行系统调查，以分析课程的实施处于哪一个“做”的水平和层次上。例如，理想状态下的科学课程所倡导的“做”是一种有理论指导的、在科学方法指导下的、精确的“做”，现行的科学课程是否达到了或者在多大程度上实现了这种“做”，正是我们课程评价所要做的事情。

不同层次的课程评价所评价的重点不同。关于理想课程、正式课程评价的研究成果很丰富，这里不再赘述。关于实践性课程评价，本书提供了一些研究，可供参考。由于本书篇幅所限，这里将简略谈一谈可理解课程评价和经验课程评价。关于可理解课程评价，人们研究和关注最多的是教科书评价。例如，韦钰院士曾呼吁应当尽快建立科学的教科书评价机制，破除国家标准制定的专家、教材评定的专家和小学科学教育教材的主编三位一体的评价机制。我们知道可理解课程包括教科书和科学材料，因此，在建立教科书评价机制的同时，还需要建立科学材料的评价机制。这方面，美国的经验为我们提供了很好的借鉴。

2) 科学材料评价

为了实现国家科学教育标准提出的“在 21 世纪使所有的学生都获得科学素养”目标，美国国家科学资源中心和国家科学院史密森协会开发了“面对儿童的科技”项目。这是一个面向 1~6 年级的、以探究为中心的 science 课程。为了将科学材料的支持系统落到科学课程实施的实践中，他们把集中材料支持系统的发展水平纳入了科学教学计划的评价系统中。评价水平分为 0~3 级 4 个水平，各自对应于：没有建立材料支持系统的计划；认识到有必要为科学建立材料支持系统，选择基于学校的或个别教师负责的系统，或开始规划建立这样的中心，但规划中断了；有订购和重新组装材料、为试验教室或学校提供供应品的临时系统，或处于建立整个学区系统的规划阶段；开始实施系统的材料支持系统，但目前的系统不完善，人员和资金不足等。^[1]

为了帮助各个学校的科学材料选购委员会选择科学材料，美国国家科学资源中心还制定了一套评价以探究为中心的 science 课程材料的标准。该评价标准包括评价教学法合适度方面的标准、评价科学内容方面的标准和评价表达与形式方面 3 个方面的标准。现将其中与科学材料关系最密切的评价教学法合适度方面和评价表达与形式方面的评价指标体系介绍如下。

评价以探究为中心的 science 课程材料的标准

评价教学法合适度方面的标准

表达小学科学的教与学的目标

1. 材料是否集中于对科学现象的具体经历？
2. 材料是否能使儿童在一段较长的时期内深入地研究重要的科学概念？
3. 课程材料是否有助于提高科学推理和解决问题的能力？
4. 材料是否能激发学生对科学的兴趣，并使他们把科学学习与现实生活联系起来？
5. 材料是否能通过一系列逻辑上相关的活动形成对在几节课上学习的概念的理解？

[1] 国家科学资源中心，国家科学院史密森协会．李勇，译．面向全体儿童的科学——改进小学科学教育的指南 [M]．北京：科学普及出版社，2005：102．

6. 教育活动是否提供了机会来评价学生以前的知识和经历?

集中探究和活动并作为学生经历的基础

1. 材料是否把注意力放在让学生探究和参与科学过程上?

2. 材料是否给学生提供机会,让他们搜集自己的证据,为这些证据辩护,并让他们把自己的结果用多种方式表示出来?

使用有效的教学方法

1. 材料是否既考虑到学生主动进行的活动,同时也顾及了老师的安排活动和讨论?

2. 材料是否为教师或学生提供了有效的策略来评价学生的学习情况?

3. 教师用书是否提供了把科学与课程的其他领域综合起来的机会?

4. 学生是否有与其他学生合作及单独工作的机会?

评价表达与形式方面的标准

1. 为学生印刷的材料在书写方面是否工整、在内容上是否循序渐进,在拼写方面是否准确?

2. 在教师用书和学生的材料里,进行活动的指导说明是否明晰?

3. 教师用书里对教学方法的建议是否充分?

4. 材料是否带有民族、文化、种族、年龄、经济和性别方面的偏见?

5. 是否提供了适当的策略以满足不同群体的特殊需要?

6. 是否提供了每一次活动所需材料的清单?是否提供了一套有关合理定价的替代材料的完整资料和信息?

7. 是否在必要的地方提供了安全方面的防范措施?

8. 实验设备和材料的使用说明是否清晰和充分?

3) 加强形成性评价和探究性科学实验过程评价的研究

关于科学经验课程评价,国际上较著名的有由经济合作与发展组织(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)策划的PISA(Program for International Student Assessment)评价。2006年PISA首次对科学素养进行了评估,评估框架包括科学的知识(考察什么知识)、能力(考察学生的什么能力)、态度(学生怎样对待科学),以及情景的设置(在什么样的情境中考察)4个要素。各个要素的评估内容和具体的评估策略可以参见相关的研究文献。^[1] PISA评价为国际间的学生经验课程的比较提供了信息,但在科学课程实施中,最为平常的、最快的、对发展课程最为直接的评价,则来自科学教师对学生学习科学所进行的形成性评价。

搜集学生的记录单,制作档案袋,对学生进行“形成性评价”,或者“真实性评价”,或者“实作评量”等词汇,目前在一些追随课程改革“潮流”的教师和官员的嘴里经常是脱口而出。但是,落实得如何呢?韦钰院士观察到科学课上的一些“不科学”现象,其中的现象六就反映出课程评价“雷声大,雨点小”,只见“口号”不断,少见“行动”跟进的状态。作为科学家,韦钰院士非常清楚科学记录在科学研究中的重要作用,她认为孩子的科学记录是孩子最好的、最真实的科学书,因为它记录了孩子科学思维的轨迹,是他们研究的经历,也是我们评价孩子的科学学习的重要依据。同时,科学记录也是学生科学活动中的一种重要的实验证据,因为这上面如实记录孩子观察到的科学现象。如此重要的一个儿童学习科学的

[1] 黄颖,骆红山.PISA2006科学素养的评估框架介绍[J].上海师范大学学报,2008(12).

“经验成长记录”，在下课以后却被孩子们和教师一弃了之。^[1] 这种现象既暴露了教师观念课程上的不足认识，也暴露出了我们课程评价中存在的问题。不免让人怀疑有多少人，当然包括教师、校长，甚至是教育部门的官员们知道档案袋评价的真正目的是什么？

“做中学”进入学校以后，类似的记载学生科学经验发展和思维发展的观察记录、实验记录等的数量会随着课程的深入进行而越来越多。这些记录不同于以往自然练习册上的作业，或是以训练科学知识为主的填空题、选择题和简答题等习题，更多的时候是学生进行探究性科学实验过程的真实记录。搜集学生的这些记录、对这些记录进行评价，将会成为未来科学教师教学工作的一项重要任务。而如何评价这些成果，将会是摆在科学教师面前的一项颇为艰巨的任务。还有，在“做中学”中，如何对学生的探究性科学实验过程进行评价？这些问题都需要进一步进行深入研究。

总之，“做中学”课程评价机制是科学课程发展机制的一个有机组成部分。唯有建立健全课程评价机制，才能够保障科学课程改革的顺利进行和有望实现“做中学”对小学科学课程的课程改造。

9.4 小结

本章从文化建设和课程发展两个角度讨论了振兴和发展中国小学科学教育的方略。

从文化角度来看，科学文化自觉是文化自觉中的核心部分，我们不仅要提倡科学文化自觉：客观而全面地认识科学和科学教育，客观而冷静地分析传统文化中对科学发展不利和有利的因素，还需要建设促进科学和科学教育发展的新科学文化，要构建和倡导“做文化”，树立和弘扬“学道”尊严，实施基于“科学文化自觉的”科学教育。

构建适应新世纪发展的理想小学科学课程，第一，需要改变以往对小学科学课程“启蒙”性质的定义，因为智力概念的含义和外延的不断扩展，将小学科学课程定位为“启智”课程，这是实施科学教育应该的、必然的和必须的选择。第二，需要改变以往将小学科学课程确定为“基础性课程”的定义，因为小学科学教育在中国科技创新体系中的重要地位，将小学科学课程确定为“核心”课程，这也是实施科学教育应该的、必然的和必须的选择。第三，将小学科学设置为核心课程，需要对课程形式等一系列问题展开进一步的研究和讨论。

从课程发展来看，第一，现有的师资状况无法满足“做中学”进入小学对于教师实践性课程的要求。可能的措施，一是吸引理工科大学生任教小学科学课程；二是尽快设立小学科学教师专业标准和岗前教师培训制度，规范小学科学教师的入职条件和水平。当然，设立小学科学教师的专业标准，并不意味着就提高了小学科学教师的入职门槛，而是要建设一支无论从科学专业，还是科学教学方面，素养都过硬的师资队伍。第二，要尽快建立开放式课程发展机制。要提高学校发展课程的能力，必将依赖于开放的课程发展机制。课程发展机制的核心在于改善教师的实践课程，因此，有效的教师培训将是未来决定“做中学”能否落实的关键。有效的教师培训包括：课程开发者或课程培训者对先觉型教师的培训，即一级培训；由课程发展领导者，即培训合格的先觉型教师，对一般教师的培训，即二级培训。培训的内容要避免空谈课程理论或将大学、专科科学专业的专业知识系统灌输给教师，而要针对性地对教师的科学方法、科学教学的理论与技能，以及探究性科学教学的教学设计方面进行培

[1] 韦钰. 八种典型不科学的现象. 韦钰 blog, 2006.

训。具体培训内容，论文中已有涉及，不再赘述。第三，要改变课程评价的价值判断取向，而转向“调查”取向。本书以往仅对于学校课程进行评价，而应当对不同层次的课程的改革进行评价。基于“做中学”的课程评价机制，需要采用“做”的结构理论对不同层次的课程所承载的“做”的价值进行系统调查，以分析课程的实施处于哪一个“做”的水平和层次上。由于“做中学”改变了传统教学过度依赖课本的做法，科学材料的评价将成为课程评价的一个重要内容。而与此同时，“做中学”科学教育将需要发展形成性评价和探究性科学实验过程的评价。唯有建立健全课程评价机制，才能够保障科学课程改革的顺利进行和有望振兴和发展我国的小学科学教育事业。

第 10 章 结 语

毫无疑问，课程改革与课程实施是一个复杂的问题，它涉及一系列的问题：宏观方面，有社会发展、国家经济、政策法律的影响和调控；微观方面，涉及课堂教学模式的转变，这些都需要在课程发展系统中进行深入研究。虽然笔者秉承这一认识，对中国的小学科学教育的发展历史、现实和未来趋势做了一番探讨，但是，笔者的心情却怎么也轻松不起来。

马克思的那番关于人类创造历史的话又回响在我的耳边。他认为人们并不是随心所欲地创造历史，也不是在自己选定的条件下创造，而是在直接碰到的、既定的、从过去继承下来的历史条件下创造。而一切已死的先辈们的传统像梦魇一样纠缠着活人的头脑。这句话用来描述中国的科学教育是再没有如此入木三分的了。是的，在中国实施科学教育，我们不可能选定一个新的环境，也不可能完全不受几千年“圣贤经典教育”传统的影响。而如何在保持传统文化的基础上建构一个有利于科学教育的新文化，是时代赋予我们这一代人最重要的使命。

回首科学课程的发展历史，它是那么密切地与中国近代以来社会历史的变迁和发展相关联在一起。有的时候，几乎分不清楚是历史影响了课程的发展，还是课程发展影响了历史的进程。自新学制建立以来，我们将西方成熟的科学教育体系引入中国。百年来，科学课程像我们的社会一样，经历了一个起先被人折腾、后来我们又自己折腾自己的过程，终于迎来了一个“不折腾（No-trumble Making，胡锦涛，2008 年）”的时代。“不折腾”就好，它为科学教育的发展提供了历史上最好的发展时机。抓住机遇，迎头赶上，需要勇气、智慧、策略，更需要理性的、扎实的、源于教育实践又能够为教育实践服务、指导的研究支持。

希望本研究能够为教育实践提供哪怕些许的服务和些许的指导！

附录 A “物体热胀冷缩” 教案^[1] 分析

物体热胀冷缩的教案	
教学过程（文中除字下的着重号外，均为原文原样，未作改动）	分 析
<p>一、导入</p> <p>日常生活中，我们有时会遇到这样的情况：热水瓶塞会突然弹出；冬天，往玻璃杯里倒入开水，杯子会突然爆裂；随着天气的冷热变化，温度表里的红色液柱会上升下降等。你知道发生这些现象的原因吗？</p> <p>今天这节课就要研究这些问题，讨论温度的变化对物体的体积有没有影响。也就是说，物体受冷或受热时，体积是否会发生变化。</p> <p>[一堂课要实现什么目的，不仅教师要心中有数，而且也要让学生明白，以引起学生的学习兴趣，促使他们产生解决问题的热情]</p> <p>出示课题 四 物体的热胀冷缩 [板书]</p> <p>二、新授</p> <p>我们先来研究液体受热或受冷时，体积会不会发生变化。</p> <p>[抓住问题，提出预想，进行实验和观察，在此基础上找出自然界的规律，这是本学科学习的特点]</p> <p>准备 拿一个盛满水（最好是颜色水）的玻璃烧瓶，瓶口塞上一个带细玻璃管的塞子，使细玻璃管里有一些水，做上标记，标明水的高度（即水的体积）</p> <p>预想 要是水的体积不受冷热变化的影响，那么把玻璃瓶放在热水瓶里会出现什么现象？要是水受热体积增大了，会出现什么现象？要是水受热后体积反而缩小了，又会出现什么现象？</p> <p>[让学生根据学习内容提出预想，然后在小组或班级内进行讨论，最后由教师综合。通过提出预想和展开讨论，使学生对自己提出的预想感到期望或怀疑，急于想通过实验加以证实]</p> <p>实验 把玻璃烧瓶放在热水里</p> <p>观察 细玻璃管内的水面高度有无变化</p> <p>结果 水面升高</p> <p>分析 水面升高，说明水受热，体积增大</p> <p>继续实验 再把玻璃瓶放在冷水里</p> <p>观察 细玻璃管内的水面高度变化</p> <p>结果 水面降低</p> <p>分析 说明水受冷，体积缩小</p> <p>谁的预想是正确的？你能把实验结果归纳成一句简单的话吗？</p> <p>两次实验的结果说明：水在一般情况下，受热体积膨胀，受冷体积收缩。[板书]</p> <p>[结论要让学生通过观察、思考后自己得出]</p> <p>其他液体，如水银、酒精等，也具有这种性质。</p> <p>[从认识水这一特性，扩大到液体都具有的性质]</p> <p>气体是否也具有热胀冷缩的性质呢？</p> <p>[从认识液体的特性，扩大到认识气体的性质]</p> <p>准备 给玻璃烧瓶塞一个带弯玻璃管的塞子，在管里滴一滴带颜色的水，管外做个标记。告诉学生空气是无色、透明的，我们要借助于水滴观察空气体积的变化。烧瓶内的空气体积，就是瓶子体积加上水滴以内玻璃管的体积</p> <p>实验 用手捂住玻璃瓶，加热瓶内空气</p> <p>观察 水滴是否移动</p> <p>结果 水滴向管口移动</p> <p>分析 说明瓶内空气受热，体积增大</p> <p>继续实验 放开双手，让瓶内空气冷却</p> <p>观察 水滴是否移动</p> <p>结果 水滴向相反方向移动</p> <p>分析 说明瓶内空气受冷体积缩小</p>	<p>现象是教师叙述的，不是学生自己观察到的</p> <p>提出问题的主体是教师</p> <p>研究教师提出的第一个子问题——关于液体的热胀冷缩</p> <p>教具准备没有说明数量，从行文中判断，是一组教具，只能供教师演示操作使用。学生不能动手实验，只能观看</p> <p>提出预想的主体是教师</p> <p>“实验”：科学实验中所要求的提出问题、做出假设、提出预期、分离变量、控制变量等要素，在教学过程中没有出现。因此，这是一个没有“实验思想”指导的“动手操作而已”</p> <p>研究教师提出的第 2 个子问题——关于气体的热胀冷缩</p> <p>“实验”：不知道教师为何要这么操作？</p>

[1] 选自：小学自然常识教案编写组：小学自然常识教案选编 [M]．上海：上海教育出版社，1980：1.

物体热胀冷缩的教案	
教学过程（文中除字下的着重号外，均为原文原样，未作改动）	分 析
<p>请你将这个实验中发生的现象与上面实验中发生的现象对照一下，想一想从实验中可以得出什么结论</p> <p>[引导学生不仅仅停留在现象上，而要透过现象掌握温度变化与气体体积变化的关系]</p> <p>结论 空气受热体积膨胀，受冷体积收缩 [板书]</p> <p>根据你的日常生活经验，固体体积是否也随冷热变化而发生变化呢？</p> <p>请你想个办法来证实你的预想</p> <p>[单纯地按照课本上的实验做一遍，收到的效果不一定好。如果让学生根据自己的预想去考虑实验方法和制订实验计划，这对学生明确实验目的，培养思维能力，发挥学习积极性是很有必要的]</p> <p>教师归纳学生的说法，演示铜球实验</p> <p>实验 加热前铜球能顺利通过圆环，加热铜球后再放入圆环</p> <p>观察 加热后，铜球能通过圆环吗？待铜球冷却后呢？</p> <p>结果 加热后铜球不能通过圆环；待铜球冷却后又能通过圆环了</p> <p>结论 铜球受热体积膨胀，受热体积收缩 [板书]</p> <p>其他固体，如铁块、木块等也具有这种性质</p> <p>根据 3 个实验的结果，你能说出物体受冷或受热时，体积变化的规律吗？</p> <p>[从认识个别物体具有的这一性质，推论一般物体也具有这一性质]</p> <p>一般物体都具有热胀冷缩的性质 [板书]</p> <p>注意这里说的一般物体是指绝大多数物体的通常情况。热胀冷缩的性质是一般物体所具有的共性。有没有特殊的物体和在特殊情况下发生的特殊现象呢？有，以后我们将进一步学习</p> <p>[让学生带着疑问观察周围的现象，进一步探索新的知识，这对学生的智能发展是十分有利的。同时也可学习水的反常膨胀埋下伏笔]</p> <p>你们有没有注意到刚才做的 3 个实验，用了哪些方法加热物体？这是什么道理呢？原来，气体的热胀冷缩现象最显著，用手加热瓶内的空气，就能明显地显示出来；液体其次，用热水加热；固体最差，要用火焰加热才能显示出来</p> <p>物体的热胀冷缩性质在生产和生活上的应用十分广泛。你能举一些例子吗？</p> <p>[在学生讨论基础上，教师归纳，并讲述课文中的事例。运用所学的知识解释实例，既巩固了知识，又培养学生运用知识解决实际问题的能力]</p> <p>三、作业指导</p> <p>略</p>	<p>研究教师提出的第 3 个子问题——关于气体的热胀冷缩</p> <p>“实验”：不知道教师为何要这么操作？</p> <p>这里用到了归纳法</p> <p>学生还有什么疑问是这节课解决了的，还有哪些疑问是这节课解决不了的呢？没有明确说明</p>

附录 B 小学自然教师问卷调查表

一、自然教师基本信息调查表

性别：☐男 ☐女 出生年月：_____

职称：☐见习 ☐小学二级 ☐小学一级 ☐小学高级

☐中学高级 ☐特级 ☐其他（_____）

职务：_____

参加工作前的学历：毕业院校_____专业_____学位_____

现在的学历：毕业院校_____专业_____学位_____

参加工作时间：_____年____月

教龄：☐5 年以下 ☐5 ~ 10 年 ☐11 ~ 15 年 ☐16 ~ 20 年

☐21 ~ 25 年 ☐26 ~ 30 年 ☐30 年以上

担任科学（自然）课教龄：_____年

☐5 年以下 ☐5 ~ 10 年 ☐11 ~ 15 年 ☐16 ~ 20 年

☐21 ~ 25 年 ☐26 ~ 30 年 ☐30 年以上

您所任科学（自然）课程的年级为_____年级 周学时数_____课时

您在担任科学课的教学任务以外，是否还有其他兼职？_____兼任的工作是_____

您在_____年担任_____级（区、校）教研员

二、科学方法（过程）调查表

（本题目为开放性题目，回答以下问题时，请不要使用任何参考书或与他人交换意见）

科学的基本过程，在某种程度上可以理解为科学方法。那么在您看来，科学的基本过程（方法）除了观察以外还有哪些？

观察、_____

这些基本过程（方法）中，您认为哪一个最关键？_____

为什么？_____

三、小学科学教师探究式课程—教学设计能力调查工具

现有下列材料和工具：几块布、一个塑料袋、绳子、重量物（如玩具小汽车），螺栓和几个金属垫圈，秒表，请您设计一个基于学生“动手做”的科学实验活动的案例（不要写成教案，只简要写出活动的过程或教学过程）。

降落伞探究实验

教学目标：_____

教学过程（学生活动过程）

参 考 文 献

- [1] Appleton, Ken And Others. Floating and Sinking: First Teacher Trials, Learning in Science Project (Primary) . Working Paper No. 120. ED 252403, 1984: <http://www.eric.org>.
- [2] Arthur G. Wirth. John Dewey as educator; Huntington, N. Y. : R. E. Krieger, 1979, c1966.
- [3] Avdul, Richard N. An Investigation of the Status of the New Elementary Science Programs in Teacher Training Institutions of Ohio, Kentucky, Pennsylvania, and West Virginia. [D] . 1970.
- [4] George Ransom Twiss. Science and education in China The Commercial Press Limited. Shanghai China 1925.
- [5] Goodlad, J (1979) . Curriculum Inquiry: The Study of Curriculum Practice. New York: McGraw-Hill, pp. 60-64.
- [6] Goodson, I. (2001) Social histories of educational change. Journal of Educational Change, 2 (1) . pp. 45-63.
- [7] Malcolm Carr & David Symington. The treatment of science discipline knowledge in primary teacher education. Research in Science Education. 1991, 21, 39-46.
- [8] Oliva, P. F. (1992). Developing the Curriculum. Boston. Little. Brown and Company: p26.
- [9] Paul DeHart Hurd (1982) . An Overview of Science Education in the United States and Selected Foreign Countries. National Inst. of Education (ED), Washington, DC: p11 from: www.eric.org, ED227076.
- [10] Taylor, P. H. & Richards. C (1979) . An Introduction to Curriculum Studies. Windsor. NFER Publishing Company: p48.
- [11] H. 赖欣巴哈. 科学哲学的兴起 [M] . 伯尼, 译. 北京: 商务印书馆印, 1966.
- [12] 乔治·夏尔帕 (1996) . 动手做——法国小学科学教学实验计划 [M] . 黄颖, 苏文平, 安延译. 人民教育出版社 (内部资料) .
- [13] Bruce Joyce Marsha, Weil Emily Calhoun. 教学模式 [M] . 荆建华, 宋富钢, 花清亮, 等译. 北京: 中国轻工业出版社, 2002.
- [14] 大卫·杰纳·马丁. 建构儿童的科学 [M] . 杨彩霞, 于开莲, 洪秀敏, 苏伟, 等译. 北京: 北京师范大学出版社, 2006.
- [15] 国家科学资源中心, 国家科学院史密森协会. 面向全体儿童的科学——改进小学科学教育的指南 [M] . 李勇, 译. 北京: 科学普及出版社, 2005.
- [16] Thomas L. Good, Tere E. Brophy. 透视课堂 [M] . 陶志琼, 王凤, 邓晓芳, 等译. 北京: 中国轻工业出版社, 2002.
- [17] 兰本达 P. E. , 布拉克伍德 P. E. , 布兰德韦恩. 小学科学教育的“探究-研讨”教学法 [M] . 陈德璋, 张泰金, 译. 北京: 人民教育出版社, 1985.
- [18] Paul Dehart Hurd, James Joseph Gallagher. 小学科学教育的新方向 [M] . 刘默耕, 译. 北京: 文化教育出版社, 1980.

- [19] 博伊德, 金. 西方教育史 [M]. 任宝翔, 吴元训, 译. 北京: 人民教育出版社, 1985.
- [20] 迈克尔·波兰尼. 个人知识 [M]. 许泽民, 译. 贵阳: 贵州人民出版社, 2000.
- [21] 上海市教育委员会. 上海市小学自然课程标准 (试行稿) [M]. 上海: 上海教育出版社, 2004.
- [22] 韦钰, P. Rowell. 探究式科学教育教学指导 [M]. 北京: 教育科学出版社, 2005.
- [23] 吴俊明, 等. 科学教育基础 [M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [24] 中华人民共和国教育部. 基础教育课程改革纲要 (试行) [N]. 中国教育报, 2001-7-27.
- [25] 中华人民共和国教育部. 全日制义务教育《科学 (3—6 年级) 课程标准》[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2001.
- [26] 中华人民共和国国务院. 中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定 (1999 年 6 月 13 日颁布实施) [N]. 人民日报 (网络版).

后 记

本书付梓出版之际，我首先要感谢我的导师吴俊明先生。是您给了我来上海攻读博士学位的宝贵机会，也是在您的教诲和引导下，我才萌生了从课程发展的角度，对中国的小学科学教育进行深入而广泛的研究的想法。忘不了在学业和生活上您给我提供的诸多方便和指点，更忘不了您对我们所进行的“复杂性教育”的教育。如果说本书对复杂性思维和研究理念有所运用，那一定是来自于您的谆谆教导。

感谢上海师范大学（简称上师大）课程与教学论的学科带头人，也是我大学时期的校长陶本一先生。感谢上海师范大学教育学院陈永明院长和那些曾经教过我的老师们。在上师大的学习成就了我的博士研究工作，这段经历所带给我的影响将会伴随我的一生。感谢上海市教委的姚晓春老师和张国清、庄惠娥、陈键、王梅花教研员，以及无私帮助我研究的一线教师邵老师、张老师、范老师等 20 多位教师。是你们毫无保留的鼎力相助，才使我对上海的科学教师和科学教育，有了深入的了解和认识，也是你们让我看到了小学科学教育的希望。如果说本书有所创新，那么，这其中大多数来自于你们的智慧！

感谢我的硕士导师，教育部北京师范大学基础教育课程研究中心副主任刘恩山教授。是您给了我最初的科学教育研究的启蒙教育，您用严谨的学术风范、渊博的学识将我和我的同学们领入科学教育研究的殿堂。如果说本书对科学教育研究和科学教育改革有所贡献，那一定离不开您的教育。

感谢各位同窗好友、亲朋好友。

感谢山西师范大学的领导和各位同事。

最后当然不能忘记我的先生——赵景荣，是他默默地担负了家庭中的大量工作，十年如一日地支持我从教育硕士一路走来。

唯有用坚持不懈的努力，来回报所有人！

最后，对电子工业出版社何况编辑为本书出版所做的工作，以及对我本人的帮助和支持深表谢意。

张荣华

2010 年 4 月于平阳